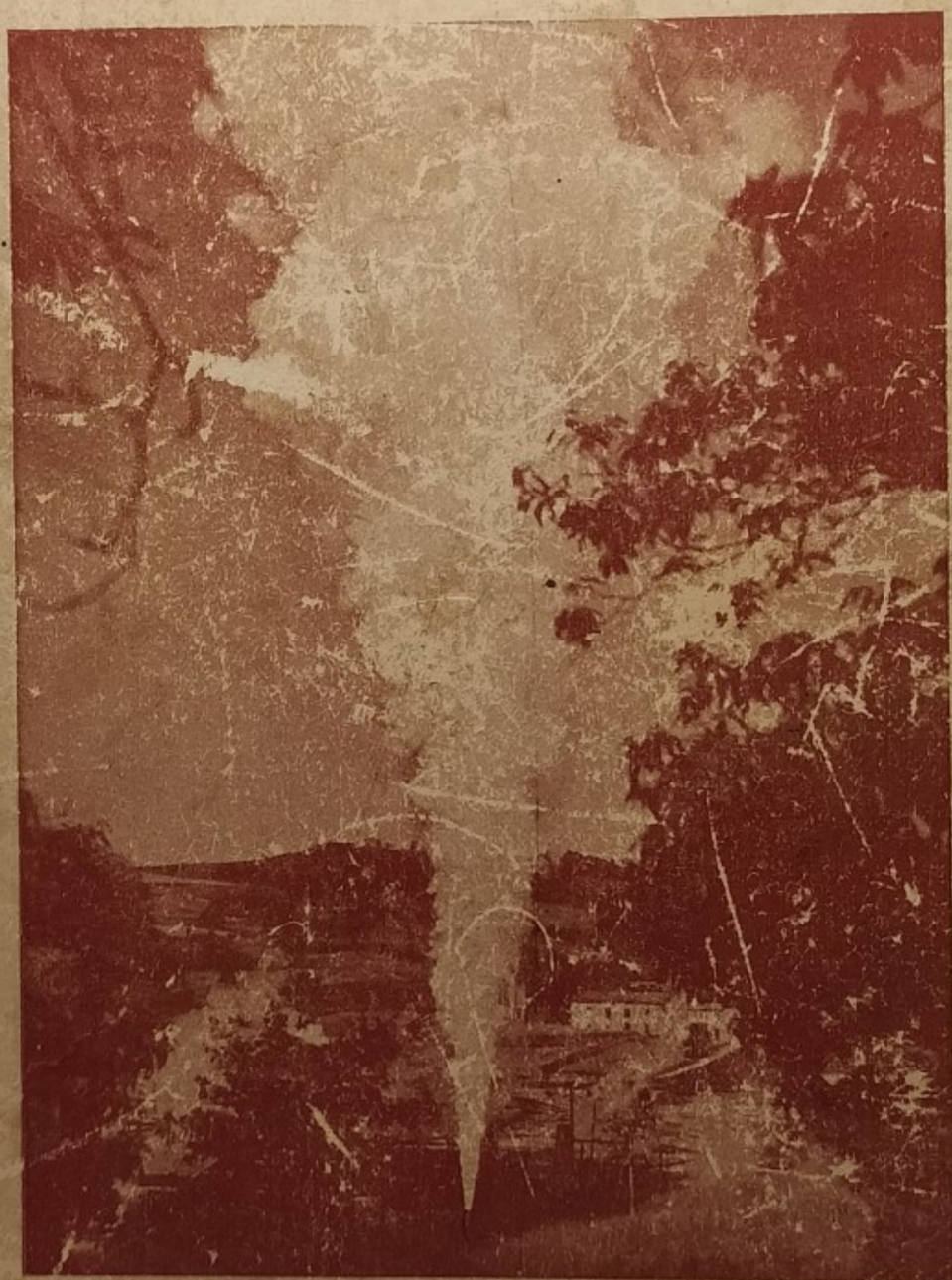
G. NANGERONI

CORSO DI SCIENZE NATURALI

CHIMICA E MINERALOGIA
GEOGRAFIA E GEOLOGIA

VOLUME III - **PER GLI ISTITUTI MAGISTRALI SUPERIORI** - CLASSE III



ISTITUTO EDITORIALE CISALPINO

Le alghe differiscono dai funghi [illegible]
le alghe hanno [illegible]

Lhada

G. NANGERONI

Corso di Scienze Naturali

PER GLI ISTITUTI MAGISTRALI SUPERIORI

Volume III *Classe III*

CHIMICA E MINERALOGIA
GEOGRAFIA E GEOLOGIA

ISTITUTO EDITORIALE CISALPINO
VARESE 1937-XVI

PROGRAMMA MINISTERIALE

Chimica e mineralogia.

I. Miscugli. Composti. Elementi. Sostanze inorganiche e organiche. Minerali e rocce.

Sostanze cristalline e amorfe. Piani e assi di simmetria. Principali forme cristalline.

Proprietà fisiche dei corpi solidi amorfi e cristallini.

Giacimenti dei minerali.

Costituzione della materia: molecole e atomi. Peso atomico e molecolare. Simboli e formule. Valenza. Reazioni ed equazioni chimiche. Legge della conservazione della massa.

II. Aria. Composizione in peso e in volume. Ossidi e anidridi. Cenni sull'aria liquida e sui gas rari.

Acqua. Composizione in peso. Legge delle proporzioni definite. Elettrolisi.

Basi ,acidi, sali. Le acque naturali: acque potabili e minerali. Acqua ossigenata.

Metalloidi e metalli.

Idrogeno. Ossigeno. Combustioni. Fiamma. Ozono.

Cloro e acido cloridrico. Anidride solforosa e solforica (cenni). Legge delle proporzioni multiple. Acido solforico. Industria dell'acido solforico.

Azoto. Ammoniaca. Acido nitrico. Industria dell'ammoniaca e dell'acido nitrico sintetici - Fosforo. Fosforiti, Fosfati. Superfosfati.

Carbonio. Diamante e grafite. Carboni naturali e artificiali. Ossido di carbonio. Anidride carbonica. Carbonati.

Silicio. Anidride silicica. Quarzo e opale. Acido silicico. Colloidi. Silicati (cenni). Vetri. Boro. Acido borico.

Generalità sui metalli. Sodio e potassio (cenni). Cloruro, idrato, carbonato. Salgemma. Nitrato sodico. Salnitro. Leucite. Concimi potassici.

Calcio. Ossido e idrato. Fluorite. Gesso. Calcite. Calci e cementi - Magnesio. Magnesite. Dolomite Talco.

Alluminio. Bauxite. Corindone. Solfato. Allume. Isomorfismo. Silicato. Caolino. Argilla. Ortose. Mica. Prodotti ceramici.

Rame. Calcopirite. Malachite. Solfato - Zinco. Blenda. Calamina - Mercurio. Cinabro - Stagno. Cassiterite - Piombo. Galena - Ferro. Ematite. Limonite. Magnetite. Siderite. Pirite. Prodotti siderurgici.

Principali leghe. Cenni sui metalli nobili.

III. Generalità sui composti del carbonio.

Idrocarburi: metano, etilene, acetilene, benzolo. Petrolio e derivati. Bitume. Carboni fossili. Gas illuminante. Catrame.

Alcool etilico. Fermentazione alcoolica. Acido acetico. Fermentazione acetica.

Glicerina. Nitroglicerina. Grassi. Saponi. Candele.

Idrati di carbonio: glucosio, fruttosio, saccarosio, amido, cellulosio.

Industria dello zucchero, della carta, del rayon. Nitrocellulosa. Esplosivi.

Fenolo. Anilina. Sostanze coloranti.

Cenni sugli alcaloidi e sulle sostanze proteiche.

Tutti i diritti riservati all' ISTITUTO EDITORIALE CISALPINO di Varese

CHIMICA E MINERALOGIA

PARTE I.

CHIMICA E MINERALOGIA GENERALE

La materia svolta corrisponde a quella prescritta dal Programma ministeriale; è ben divisa per capitoli e paragrafi; consiglio ai giovani di *non usare riassunti* o tavole schematiche stampate, bensì di fare per proprio conto un brevissimo schema riassuntivo degli argomenti *studiati sul testo*. Un riassunto scolastico ha valore solo quando è frutto di lavoro di sintesi personale e venne steso seguendo l'ordine del testo.

CAPITOLO I.

Fenonemi fisici e fenonemi chimici

Si chiamano **fenomeni fisici** *quelli che non alterano la sostanza di cui sono fatti i corpi.* Così è un fenomeno fisico il tagliare in due parti un pezzo di carta: sono mutate le dimensioni, ma la carta è rimasta sempre carta.

Si chiamano **fenomeni chimici** *quelli nei quali ha luogo una trasformazione della sostanza di cui è fatto un corpo.* Così è fenomeno chimico il bruciare di un pezzo di carta: le sostanze derivate non sono più carta, bensì fumo (anidride carbonica, vapor acqueo) e cenere, cioé sostanze affatto diverse.

La Fisica si occupa dello studio dei fenomeni fisici.

La **chimica** *studia le sostanze di cui sono costituiti i corpi, le loro proprietà, e il modo come ottenerle artificialmente e come avvengono le trasformazioni in altre sostanze.*

Poiché le trasformazioni avvengono sempre con *assorbimento* o con *esplicazione* di energia, e spesso anche con trasformazione di *tipi di energia* (energia calorifica, elettrica, cinetica), così la chimica ha continui rapporti con la Fisica.

D'altronde ha molti rapporti anche con la biologia sia perché è compito egualmente della chimica lo studio delle sostanze (non delle forme: cellule) costituenti gli organismi, sia perché molti fenomeni che avvengono negli organismi si riducono a semplici fenomeni chimici e molti altri non sono che fenomeni chimici provocati dalle proprietà esclusive dei viventi. Così la digestione delle sostanze proteiche operata dalla pepsina è un semplice fenomeno chimico, e la produzione dell'amido a spese dell'anidride carbonica e dell'acqua è un fenomeno chimico che avviene solo e in quanto la clorofilla appartiene ad un vivente: la stessa clorofilla, una volta isolata, non riesce più ad agire come prima.

La chimica come tutte le scienze, ha contemporaneamente una importanza teorica e pratica: teoricamente tende a scoprire la costituzione e la struttura interna della materia; praticamente mira alla utilizzazione, alla trasformazione delle materie prime (minerali, metalli, latte), alla fabbricazione artificiale di nuovi prodotti (esplosivi, fibre tessili, concimi). I suoi trovati, inoltre, vengono poi utilizzati da altre scienze: biologia, medicina, ecc.

CAPITOLO II.

Miscugli, composti, elementi
Sostanze inorganiche e organiche

1. - **MISCUGLI.** — *Chiamasi miscuglio un insieme omogeneo di corpi nel quale ognuno mantiene inalterate le sue proprietà.* Così: l'aria è un miscuglio perché è un insieme omogeneo di ossigeno, anidride carbonica e vapor acqueo, in cui ogni corpo mantiene le sue caratteristiche proprietà come fosse solo. La roccia granito è un miscuglio perché i tre minerali di cui è composto (quarzo, ortose e mica) mantengono inalterate le loro proprietà chimiche e fisiche come se fossero isolati. Altrettanto dicasi della polvere da sparo, miscuglio di salnitro (75 parti), zolfo (12 p.) e carbone (13 p.) i cui distinti granuli variamente colorati possono essere resi visibili con una lente.

La caratteristica fondamentale dei miscugli è che le sostanze che li costituiscono possono essere mescolate in qualsiasi proporzione.

La massima parte dei corpi naturali e industriali sono miscugli.

2. - **CORPI COMPOSTI.** — *Chiamasi composto un corpo che sia costituito di due o più altri corpi semplicissimi i quali hanno perso le loro individualità e le loro particolari proprietà per acquistarne delle nuove.* Così: l'acqua è un corpo composto perché risulta costituita da idrogeno e da ossigeno i quali hanno perso le loro proprietà. Le proprietà dell'acqua che è liquida, che spegne il fuoco, ecc., sono infatti ben diverse dalle proprietà dell'idrogeno che è combustibile, e dell'ossigeno, che è comburente (e cioè, attiva il fuoco).

La caratteristica fondamentale dei corpi composti è che le sostanze componenti possono riunirsi solo secondo determinati rapporti.

Sono corpi composti: l'acqua (idrogeno + ossigeno), l'anidride carbonica (carbonio + ossigeno), lo zucchero (carbonio + ossigeno + idrogeno), il marmo (carbonio + ossigeno + calcio), la galena (zolfo + piombo), ecc.

3. - **ELEMENTI.** — *Si chiamano elementi (o corpi semplici) quelli che in qualsiasi modo operando non è più possibile scindere in altri.*

Così lo zolfo è un elemento perché sia polverizzandolo, sia trattandolo chimicamente non è possibile da esso ricavare sostanze diverse dallo zolfo. Sono elementi: il ferro, l'ossigeno, lo zolfo, l'idrogeno, il carbonio, il calcio, lo zinco, il piombo, il mercurio, l'argento, l'oro, il platino, il cloro, ecc.

Finora si conoscono 93 elementi; dalle innumerevoli combinazioni di questi, nelle più diverse proporzioni, derivano tutti i corpi composti (per lo meno 200 mila) naturali e artificiali.

4. - **SOSTANZE INORGANICHE E ORGANICHE.** — Possiamo distinguere due grandi categorie di sostanze: quelle *organiche* e quelle *inorganiche*.

Le sostanze **organiche** sono quelle che si trovano solo negli organismi, nelle loro cellule e negli spazi intercellulari. Tali ad esempio: l'amido, la cellulosa, le sostanze proteiche, lo zucchero, l'acido acetico, i grassi. È vero che anche la chimica oggi riesce a produrle in laboratorio o nell'industria, ma è pur vero che, eccetto questo caso, tali sostanze non esistono se non come prodotti da organismi. Tutte le sostanze organiche contengono sempre per lo meno Carbonio e Idrogeno.

Le sostanze **inorganiche** sono tutte le altre. Così ad esempio, sono inorganici: lo zolfo, il marmo o carbonato di calcio, la pirite o solfuro di ferro, la galena o solfuro di piombo, l'acido solforico, l'acqua. È però bene ricordare che alcune sostanze inorganiche sono contenute anche negli organismi; così è del carbonato e fosfato di calcio che entra a far parte delle ossa, della silice che costituisce il guscio delle diatomee, del carbonato di calcio di cui si impregnano alcune alghe rosse e di cui è costituita l'impalcatura dei coralli.

Non devesi poi confondere *sostanza organica* con *organismo;* un organismo è un vivente, è un corpo organizzato, e cioè composto di organi, di tessuti, di cellule, le quali sono evidentemente costituite di sostanze organiche e inorganiche.

5. - **MINERALI E ROCCE. I minerali sono corpi chimici solidi naturali,** non prodotti cioè per attività dell'uomo. I minerali possono essere dati da corpi chimicamente semplici, come: lo zolfo (giallo), l'oro, l'argento, l'arsenico, il carbonio (= diamante e grafite), ecc.; oppure da corpi composti, come: la calcite (carbonio + ossigeno + calcio), la galena (zolfo + piombo), il quarzo (silicio + ossigeno), la mica (silicio + ossigeno + potassio), ecc.

Le rocce sono miscugli naturali di minerali. — Le rocce possono essere *omogenee,* se sono costituite di minerali tutti eguali, com'è del marmo di Carrara che è costituito da minutissimi cristallini di calcite; oppure *eterogenee,* se la miscela risulta da minerali diversi, com'è del granito comune che è formato da quarzo (vitreo), ortose (roseo o bianco) e mica (nera) da cui deriva l'aspetto brizzolato.

CAPITOLO III.

Cristalli e forme cristalline

1. - **SOSTANZE CRISTALLINE E AMORFE.** — I corpi chimici solidi, semplici o composti, naturali o artificiali possono presentarsi sotto l'aspetto *cristallizzato* o sotto l'aspetto *amorfo*. Si dicono **cristallizzate** quelle sostanze aventi forme regolarmente poliedriche, cioè di solidi limitati da facce piane; tali il quarzo, lo zolfo, il diamante, la calcite, ecc. Si dicono invece **amorfe** quelle che rifuggono dall'assumere forme poliedriche (gomma arabica, gelatina, bianco d'uovo, silice, opale, limonite, vetro).

Oggi si ammette che solo un corpo *cristallizzato* sia veramente allo stato *solido;* per cui lo stato *amorfo* sarebbe una continuazione dello stato *liquido* (infatti un corpo amorfo non ha un vero *punto di fusione;* fondendo, diventa prima *pastoso,* ecc.). Anzi, poiché un corpo amorfo tende spesso ad assumere con il tempo la forma cristallina, lo potremo considerare come in uno stato *instabile.*

Ad ogni modo sono pochi i minerali naturalmente amorfi.

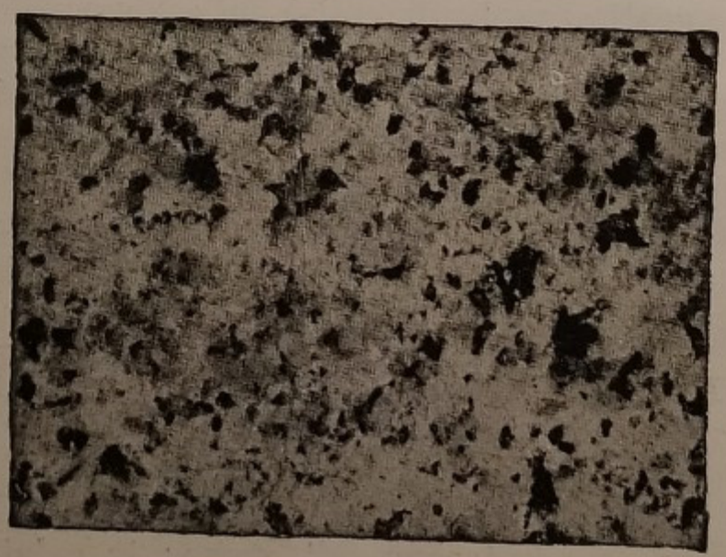


Fig. 1. — *Granito di Baveno.* I puntini neri rappresentano le laminette di mica.

2. - **COME SI OTTENGONO I CRISTALLI.** — Anche artificialmente si possono, *seguendo varie vie,* le medesime vie seguite da natura nella formazione dei veri e propri minerali, ottenere cristalli di sostanze diverse, p. es.:

1°) per *soluzione;* sciogliendo ad es. del sal di cucina in acqua e poi lasciando lentamente evaporare il solvente. È così che dalle acque marine si sono naturalmente originati i giacimenti di salgemma, che ora costituiscono intere montagne.

2°) per *fusione*: fondendo una massa di bismuto e lasciandola lentamente raffreddare sopra ampia superficie, questa massa si trasforma in un insieme di bellissimi cristalli. È così che nelle lave si son formati nitidi cristalli di vari minerali, e che nel granito, antico

Fig. 2. — Gruppo di *cristalli di quarzo.*

magma vulcanico, hanno avuto origine i cristalli di quarzo, di ortose, di mica ecc.;

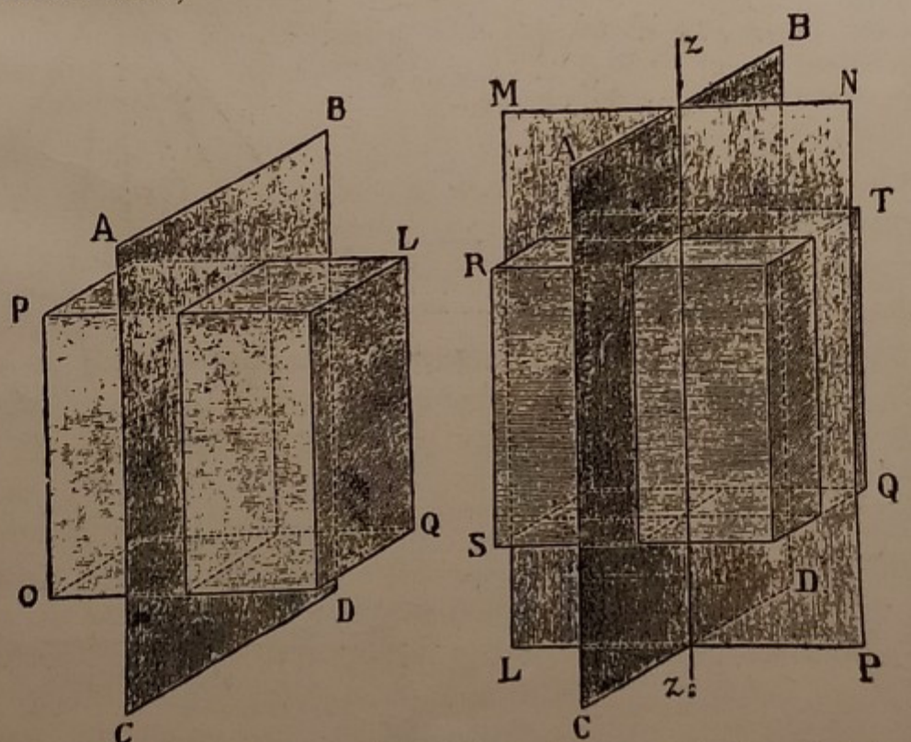


Fig. 3. — Piani ed assi di simmetria. Nella figura a destra si vede come l'asse di simmetria è dato dalla intersezione di due piani di simmetria.

3°) per *sublimazione*: facendo evaporare dello zolfo fuso in un ambiente freddo, il vapore si solidifica direttamente (fenomeno detto appunto sublimazione) sulle pareti del recipiente assumendo la forma di brillanti cristalli gialli, chiamati *fiori di zolfo*. È così press'a poco che si sono formati i fiori bianchi di acido borico che circondano le bocche di alcune fumarole nelle regioni vulcaniche.

Dunque noi in laboratorio non abbiamo fatto che copiare, più o meno bene, la natura, maestra in tutto.

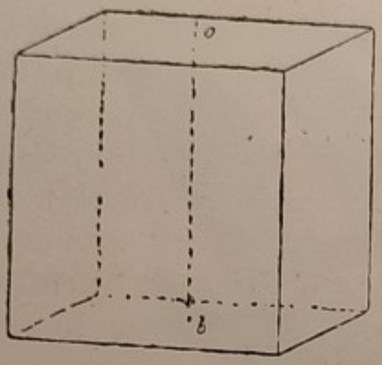


Fig. 4. — Asse quaternario.

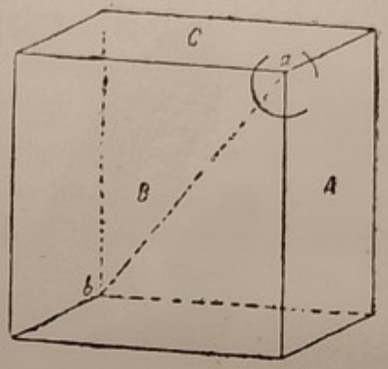


Fig. 5. — Asse ternario

3. - **PIANI E ASSI DI SIMMETRIA.** — Chiamasi *simmetria la norma che regola nei cristalli il numero e la disposizione delle facce nelle varie forme.*

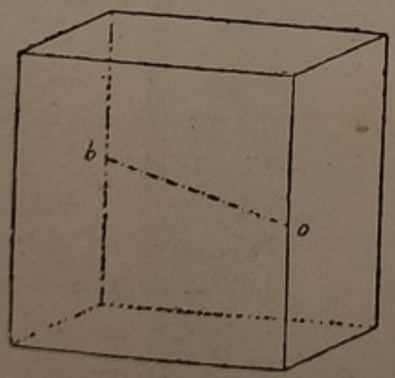


Fig. 6. — Asse binario.

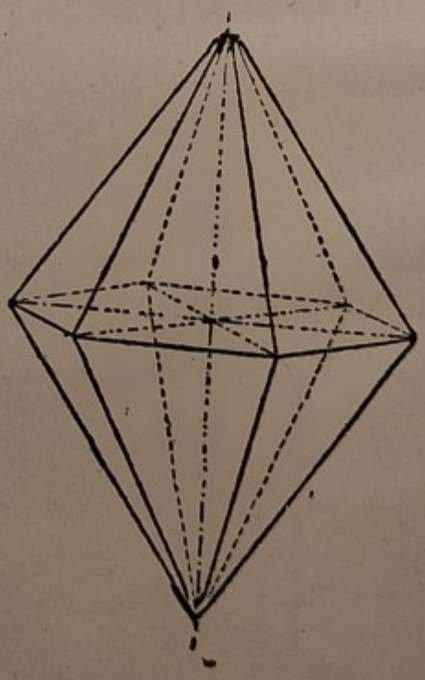


Fig. 7. — Asse senario singolare (cioè unico).

Gli elementi principali da cui si deduce la simmetria d'un cristallo sono i *piani* e gli *assi di simmetria*.

1°) il **piano di simmetria** è quel piano he divide la forma in due parti simmetriche, in modo cioé che l'una parte sia l'immagine speculare dell'altra.

2°) l'**asse di simmetria** è quell'asse intorno al quale dobbiamo far ruotare la forma in esame per ottenere posizioni equivalenti. L'asse sarà poi *binario, ternario, quaternario, senario,* ecc. a secondo che in un giro completo avremo ottenuto, due, tre, quattro, sei posizioni equivalenti, avendo cioè fatto ruotare il cristallo-modello di $\frac{360°}{2}$, $\frac{360°}{3}$, $\frac{360°}{4}$, $\frac{360°}{6}$, per ottenere successive *posizioni di ricoprimento.*

L'insieme di tutti gli elementi di simmetria con il rispettivo valore angolare per gli assi, chiamasi *grado di simmetria.* Il grado di simmetria del cubo, ad esempio, è: *nove piani e tredici assi* (tre quaternari, quattro ternari, sei binari).

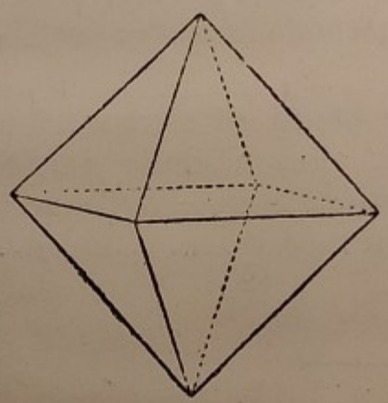


Fig. 8. — Cristallo ottaedrico regolare, proporzionato, essendosi potuto sviluppare con molta libertà (magnetite).

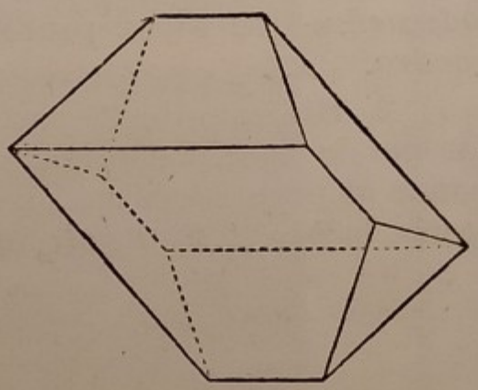


Fig. 9. — Cristallo ottaedrico sproporzionato, avendo trovato nel suo sviluppo dalla molecola iniziale, qualche impedimento (magnetite).

Finora noi abbiamo sempre esaminato *cristalli modello* con le facce equivalenti tutte equidistanti dal centro. Ma per effetto di accrescimento o per lesioni meccaniche, non sempre, anzi rarissime volte, i cristalli ci si presentano perfetti; in generale sono dunque *irregolari* o *sproporzionati.* Possiamo noi fare per questi le medesime considerazioni fatte prima per i cristalli ideali, in modo da ritenere gli uni equivalenti agli altri e quindi parlare di *cristalli* come fossero tutti *modello?* Sì. Infatti: da un ottaedro sproporzionato, possiamo facilmente passare a quella d'ottaedro regolare e da questo ad un altro piccolo ottaedro, per semplice spostamento parallelo di alcune facce, togliendo così alcuni spigoli in più. Possiamo d'altronde ottenere il fenomeno opposto; supponendo di far accrescere irregolarmente l'ottaedro regolare. E poiché lo spostamento delle facce avvenne sempre parallelamente alle prime, gli angoli diedri formati da due facce contigue saranno rimasti invariati.

Dunque: *né la forma né le dimensioni delle facce costituiscono caratteri costanti di un cristallo; carattere costante è invece il valore degli angoli diedri formati da esse facce.* (Legge di Nicola Stenone, danese, 1669).

4. - **PRINCIPALI FORME CRISTALLINE.** — Le forme cristalline fondamentali si possono ridurre a tre, le quali sono: il *prisma*, la *bipiramide* e le *facce di base*.

1. **Prisma;** poiché il prisma è teoricamente (in geometria) indefinito da due parti, da queste due parti viene praticamente finito da due facce di base tra loro parallele. I prismi più comuni sono: il *cubo* (o esaedro), il *prisma tetragonale* (con base quadrata), il *prisma rombico* (con base rombica), il *prisma esagonale* (con base esagonale), il *romboedro* che è un prisma rombico tagliato da due facce di base parallele tra loro ma oblique rispetto alle facce del prisma. Si possono far appartenere a queste categorie anche: il *pentagonododecaedro* (12 facce pentagonali), il *rombododecaedro* e l'*icositetraedro*.

2. **Bipiramide.** È costituita da due piramidi simmetriche riunite per la base. Le principali bipiramidi, ognuna delle quali corrisponde al proprio prisma, sono: l'*ottaedro* (8 facce = triangoli equilateri), la *bip. tetragonale* (a sezione basale quadrata, 8 facce = tri-

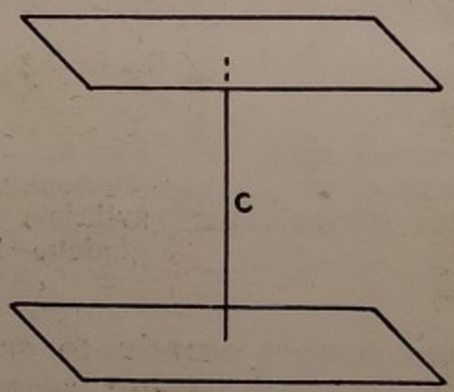


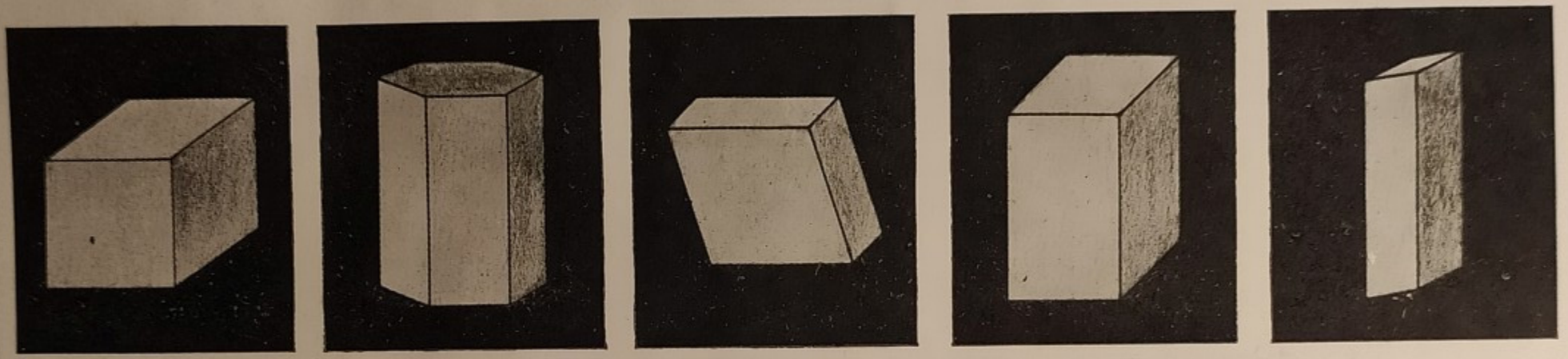
Fig. 10. — Facce di base.

angoli isosceli), la *bip. rombica* (a sezione rombica), la *bip. esagonale* (a sezione esagonale), lo *scalenoedro* (corrispondente al romboedro). Si può far appartenere, inoltre, il *tetraedro* (piramide a base triangolare).

3. **Facce di base parallele.** Si manifestano a 2 a 2 parallele e servono a chiudere le forme viste sopra e soprattutto i prismi; però vi sono forme tutte costituite di un certo numero di coppie di facce di base tra loro intersecantisi in modo da costruire una forma chiusa.

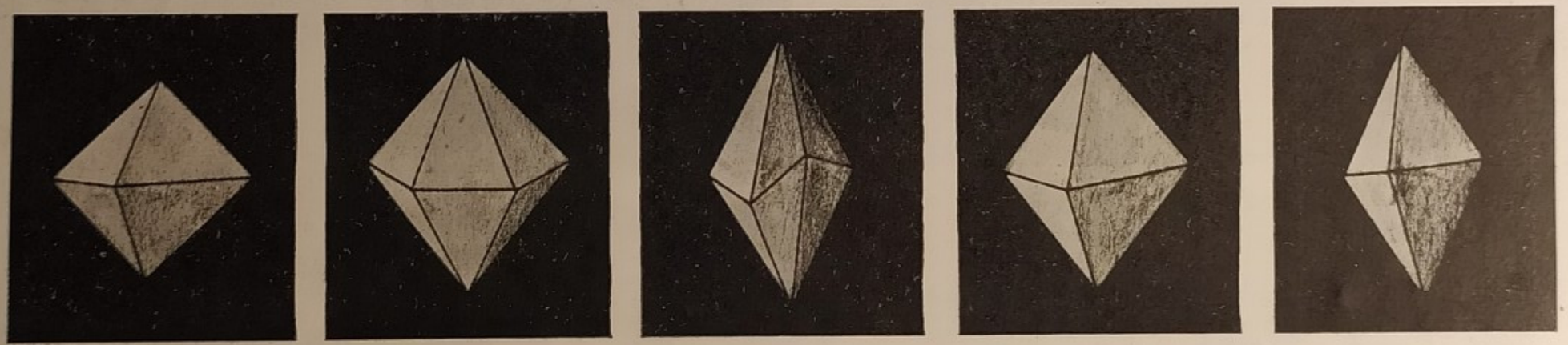
Sono frequenti poi le *forme composte* (fig. 12-*bis*).

NB. - La forma esterna che presentano i cristalli è un indizio della struttura interna; un cubo di salgemma, ad esempio, si può



Cubo | Prima esagonale | Romboedro | Prisma tetragonale | Prisma rombico

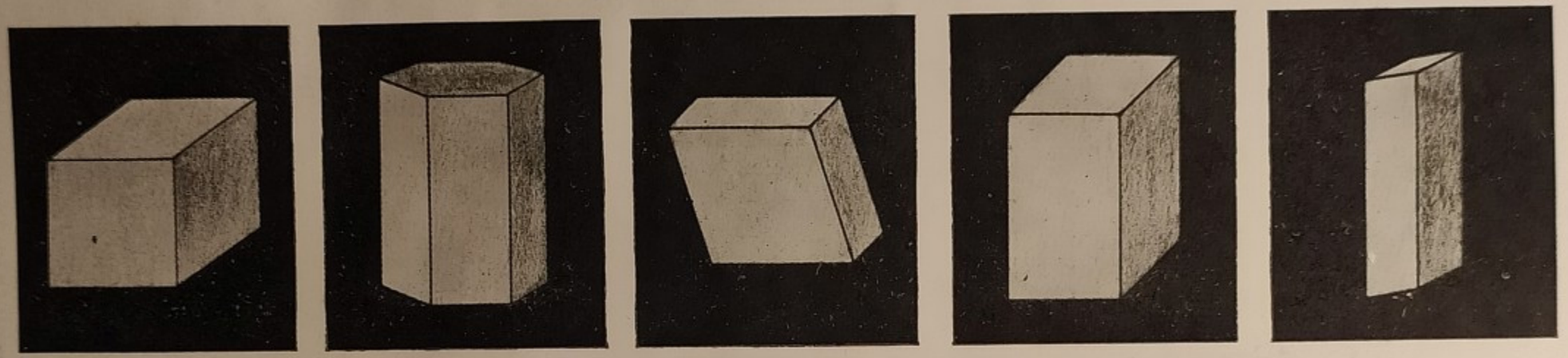
Forme derivate da Prismi.



Ottaedro | Bipiramide esagonale | Scalenoedro | Bipiramide tetragonale | Bipiramide rombica

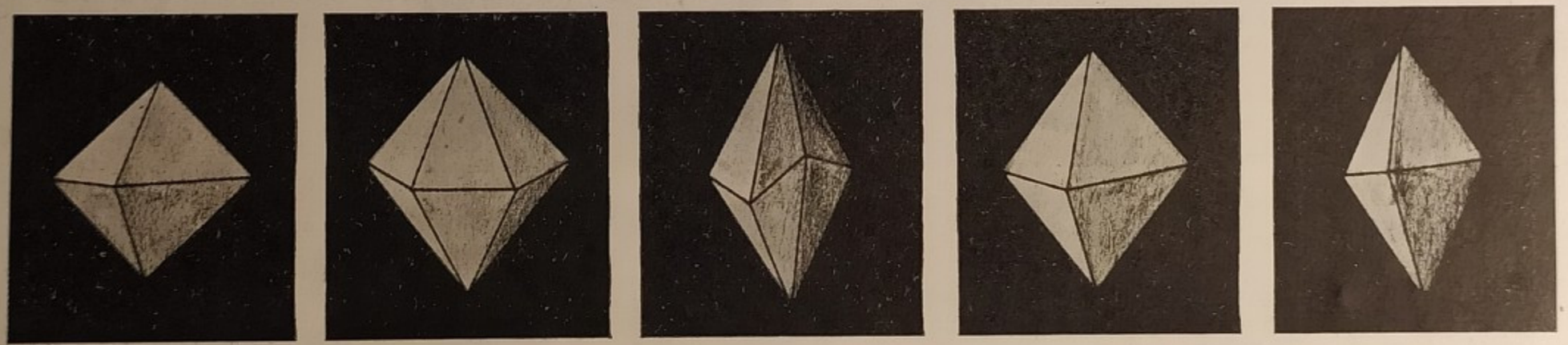
Forme derivate dalla Bipiramide.

Fig. 11. — Le principali forme cristalline.



Cubo | Prima esagonale | Romboedro | Prisma tetragonale | Prisma rombico

Forme derivate da Prismi.

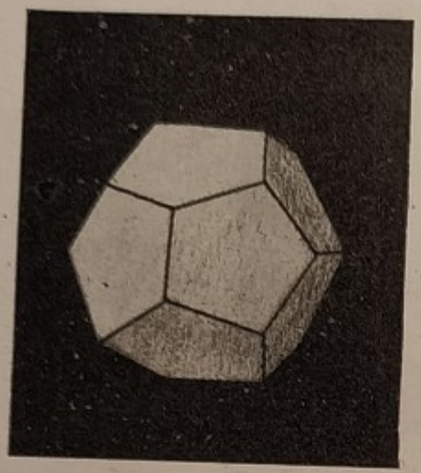


Ottaedro | Bipiramide esagonale | Scalenoedro | Bipiramide tetragonale | Bipiramide rombica

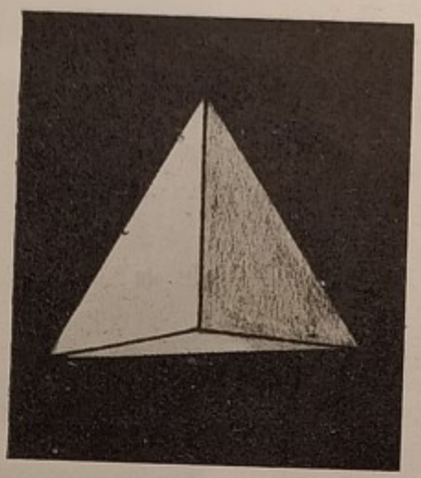
Forme derivate dalla Bipiramide.

Fig. 11. — Le principali forme cristalline.

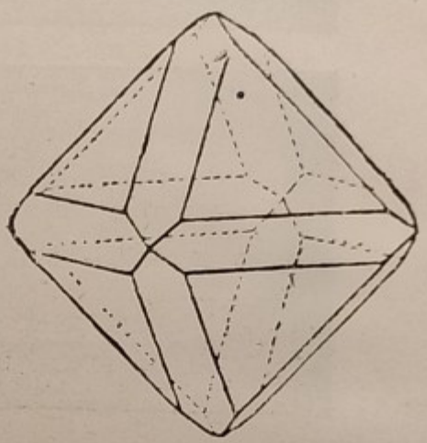
dimostrare essere costituito di numerosi cubetti regolarmente disposti; ciò deriva dal fatto che probabilmente durante il consolidamento delle sostanze cristallizzabili si formano dei minuscoli cristalli elementari, diversi da sostanza a sostanza, che si vanno riunendo fino a costituire un più o meno grosso cristallo. Tale struttura regolare anche nell'interno può essere resa manifesta con la



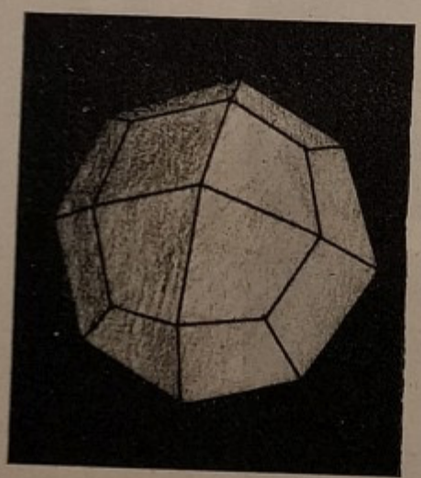
Pentagonododecaedro



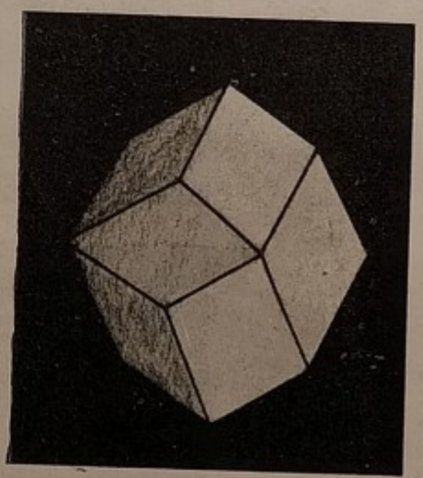
Tetraedro



Combinazione dell'ottaedro con il rombododecaedro.

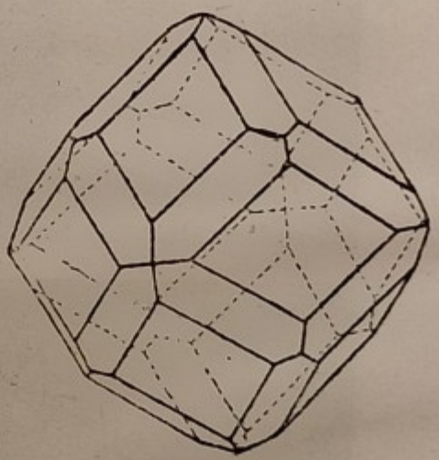


Rombododecaedro



Icositetraedro

Fig. 12. — Altre forme semplici.



Combinazione del rombododecaedro con l'icositetraedro.

Fig. 12 *bis*. — Due forme composte.

sfaldatura; cioè battendo con colpi secchi ad es. un cristallo grosso di salgemma questo si sfalda sempre più ma derivandone sempre una forma corrispondente a quella esterna, in modo che gli angoli diedri rimangono di costante valore.

La struttura esterna, che è un indizio anche di quella interna, è un indizio pure delle proprietà fisiche e chimiche di un minerale cristallizzato. Perciò morfologia e proprietà fisico-chimiche sono fenomeni tra loro collegati come sono tra loro collegati la forma esterna e interna degli organismi con le funzioni espletate.

Non sempre la forma esterna dei cristalli è regolare: o per l'ambiente in cui si sono formati, che ha offerto impedimenti allo sviluppo regolare, o per la eccessiva velocità di formazione, talora solo qualche faccia è regolare e regolarmente liscia, mentre le altre possono manifestarsi informi.

5. - **AGGRUPPAMENTI DI CRISTALLI.** — È difficile che i cristalli si trovino isolati; quasi sempre sono riuniti in aggruppamenti regolarmente disposti. Se il raggruppamento è costituito solo di due

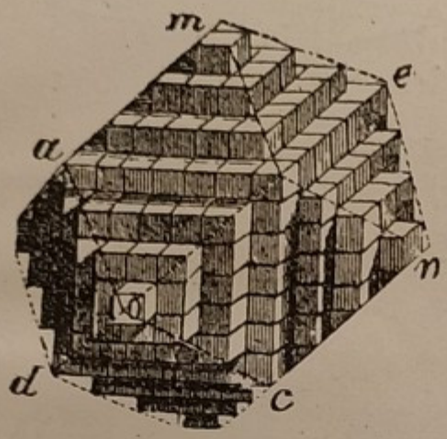


Fig. 13. — Rombododecaedro costituito da cubetti.

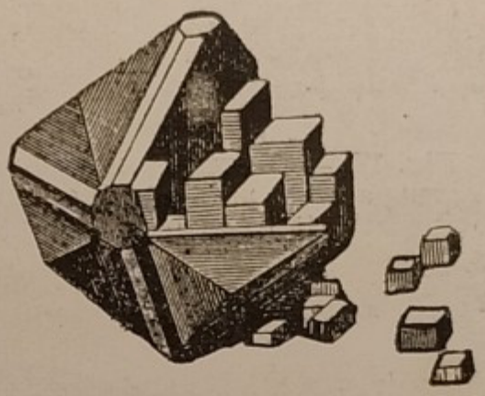


Fig. 14. — Dalla sfaldatura riesce evidente che questo ottaedro è composto di cubi.

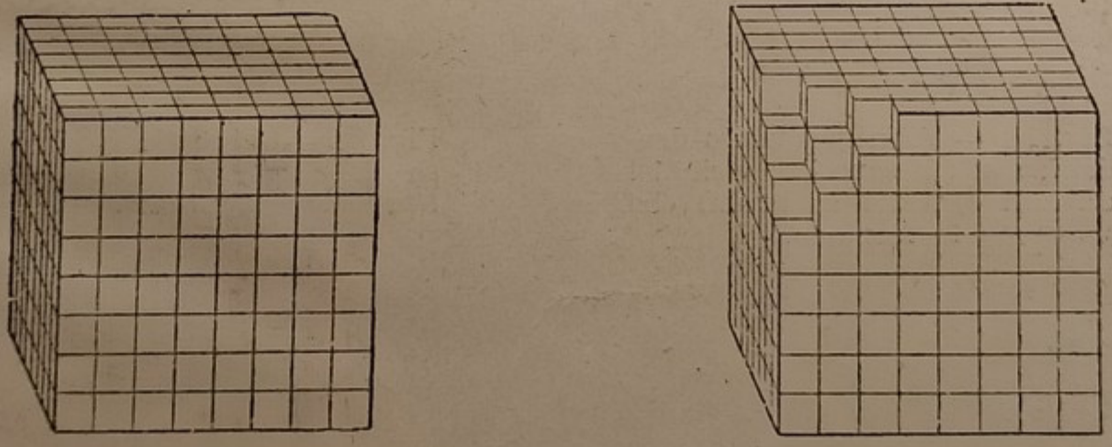


Fig. 15. — *Cubo costituito di cubetti.* Si noti, nel cubo a destra, la sfaldatura che avviene in corrispondenza dei piani di separazione tra i cubetti.

cristalli si hanno i *geminati* (vedi figure). Altrimenti si hanno i raggruppamenti: *dendritici,* se a forma di fronde, *sferoidali,* a *rosa, raggiati,* a *drusa* se impiantati sulla stessa matrice, ecc. In questi casi possono derivarne tipiche forme d'insieme come la forma *stalattitica* (e stalagmitica), *pisolitica* (a pisello), *oolitica* (a minuscole uova), ad *arnioni* (a forma di reni), ecc.

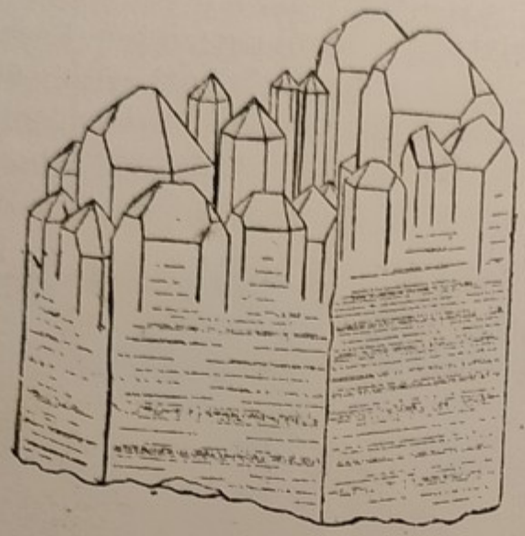


Fig. 17. — Accrescimento ed aggruppamento parallelo di cristalli di quarzo.

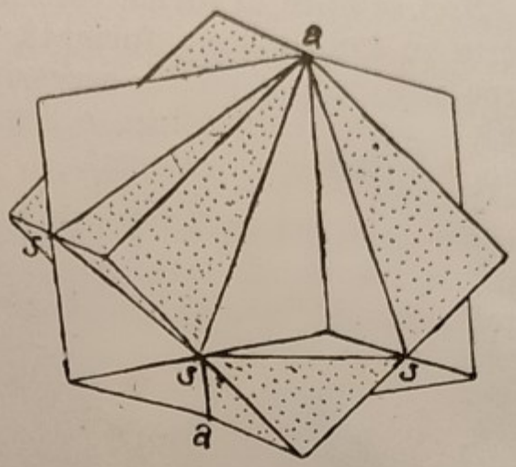


Fig. 18. — Geminato incrociato di due cubi, secondo un asse (Fluorite).

Fig. 19. — Aggruppamento dendritico in cui sono ben visibili i cristalli ottaedri (a busta) che lo formano.

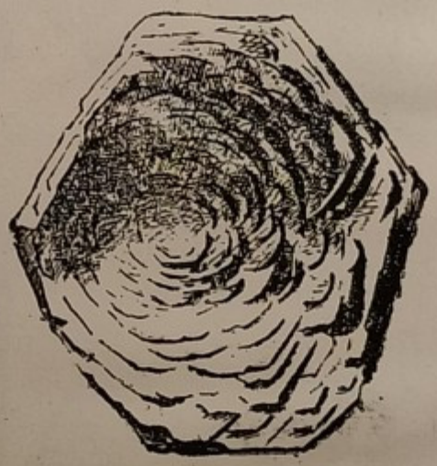


Fig. 20. — Aggruppamento a rosa di cristalli lamellari di *ematite micacea* (*eisenrosen* = rose di ferro).

Fig. 21. — Geminato di gesso a *ferro di lancia* derivato per naturale arrotondamento dei bordi.

Fig. 22. — Geminato di *Ortose* (girato, un cristallo sull'altro, di 180°).

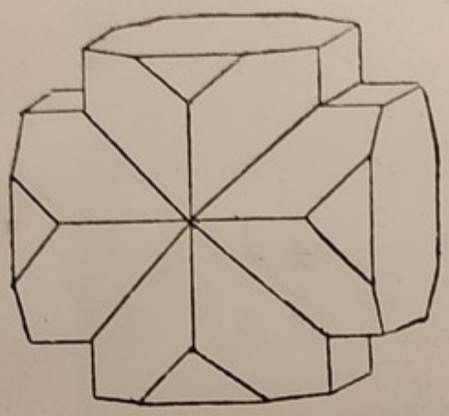


Fig. 23. — Geminato a croce (Staurolite).

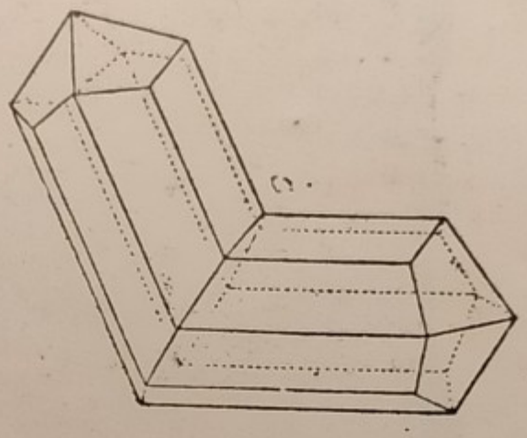


Fig. 24. — Geminato a ginocchio (rutilo).

Fig. 25. — Aragonite coralloide, *flos ferri*.

Fig. 26. — Aggruppamento raggiato di cristalli aghiformi di antimonite

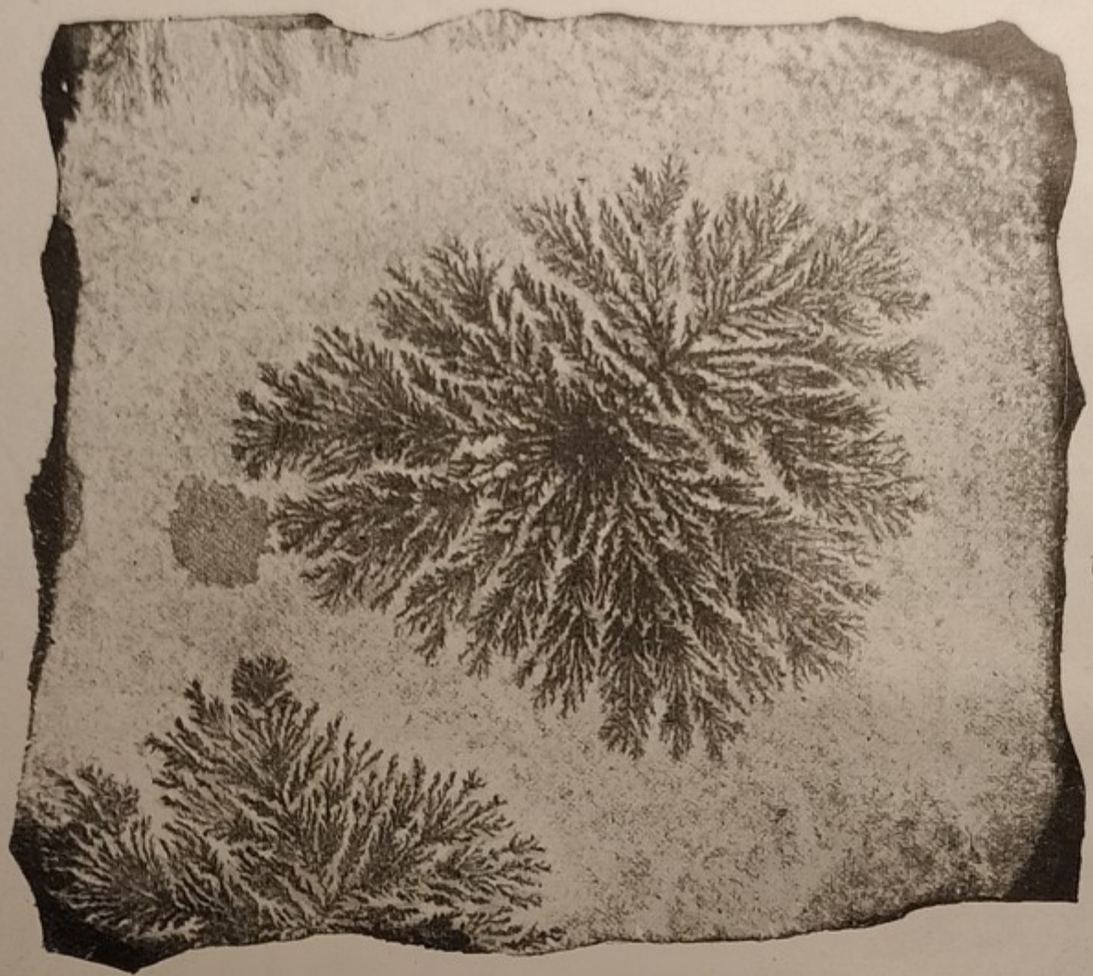


Fig. 27. — *Dendriti di manganese* simulanti la forma di muschi e di altri vegetali.

Fig. 28. — *Sezione attraverso un calcare pisolitico, concrezionato.* È evidente l'origine da sedimentazione acquea attorno a nuclei di attrazione.

CAPITOLO IV.

Proprietà fisiche dei corpi solidi amorfi e cristallini

Le proprietà fisiche inerenti allo stato solido dei corpi sono molte; noi vedremo le principali.

1. - **PESO SPECIFICO.** — È il rapporto tra il peso relativo d'un corpo e il peso d'un egual volume di acqua che si trovi a $+4°$. Tale proprietà costituisce praticamente un utilissimo carattere di *riconoscimento* dei minerali; la *levigazione* delle sabbie aurifere è fondata appunto sulla grande differenza di peso specifico tra le sabbie (media p. sp. = 3,5) e l'oro (p. sp. circa 18), ed è approfittando di detta differenza che meccanicamente, dalla roccia frantumata finemente, si può separare il minerale utile dalla *ganga* o *matrice* che l'accompagna.

2. - **DUREZZA.** — Si chiama durezza la resistenza che il corpo oppone agli sforzi tendenti a scalfirlo.

Per maggior comodità di studio si sono stabiliti diversi gradi di durezza disposti in scala. La scala più usata è quella di Mohs e comprende 10 gradi. Eccola:

1. *Talco* (Silicato di magnesio idrato).
2. *Gesso* (Solfato di calcio idrato).
3. *Calcite* (Carbonato di calcio).
4. *Fluorite* (Fluoruro di calcio).
5. *Apatite* (Fosfato di calcio).
6. *Ortose* (Silicato d'alluminio e potassio).
7. *Quarzo* (Biossido di silicio).
8. *Topazio* (Silicato d'alluminio fluorifero).
9. *Corindone* (Sesquiossido d'alluminio).
10. *Diamante* (Carbonio puro).

Quindi D = 3 significa che quel minerale ha la medesima durezza della calcite, cioè che si lascia scalfire dalla fluorite e scalfisce a sua volta il gesso. D = 4 ½ significa che quel minerale (che è

collocato tra la fluorite e la apatite) si lascia scalfire dalla apatite ma scalfisce la fluorite.

Praticamente per valutare la durezza di un minerale si usano le unghie o una punta d'acciaio (temperino). Sono *teneri* (1. 2 della scala di Mohs) quei minerali che si lasciano scalfire dall'unghia; sono *semiduri* (3. 4. 5) quelli che non si lasciano scalfire dall'unghia, bensì dall'acciaio, e che non danno scintille con l'acciarino; sono *duri* (6. 7. 8. 9. 10) quelli che non si lasciano scalfire dall'acciaio e che danno scintille con l'acciarino.

3. - **PROPRIETÀ MAGNETICHE.** — Vi sono minerali che sono naturalmente magnetici, cioè agiscono, indifferentemente ed egualmente, sul polo nord e sul polo sud dell'ago calamitato: tali sono il *ferro metallico* e la *magnetite* (ossido di ferro).

Questo fenomeno è molto importante anche praticamente, perché si approfitta di ciò per separare, nell'industria, la magnetite, nelle masse polverizzate o nelle sabbie, dal rimanente materiale sterile.

La magnetite poi, sotto l'influenza di scariche elettriche, quindi anche in natura, diventa anche *magnetipolare*, cioè agisce disegualmente sui due poli dell'ago calamitato, attirando l'uno e respingendo l'altro.

Fig. 29. — Doppia rifrazione nella *Calcite* (chiamata anche *Spato d'Islanda*). Il fenomeno della birifrazione avviene solo secondo alcune direzioni.

4. - **PROPRIETÀ OTTICHE.** — È per le sue proprietà ottiche che un minerale, come sappiamo dalla fisica, ci si presenta opaco, trasparente, traslucido, incoloro o variamente colorato, ecc. Noi qui accenneremo solo ad alcuni fenomeni più interessanti:

a) **birifrazione.** — Sotto un cristallo trasparente di calcite si ponga il disegno d'un punto o d'una lettera d'alfabeto: anziché una si vedranno due immagini. Questo perché il raggio luminoso attraversando il corpo trasparente, non solo venne deviato (per la rifrazione semplice) ma anche sdoppiato in due altri raggi: uno detto *ordinario*, più intenso, che segue le comuni leggi della rifrazione, ed uno *straordinario* che percorre una via diversa; ed a noi giungono quindi due raggi per ogni punto invece di uno mostrandoci così due punti. Non tutti i cristalli però hanno la proprietà della birifrangenza; solo un certo numero e solo osservando secondo alcune date direzioni.

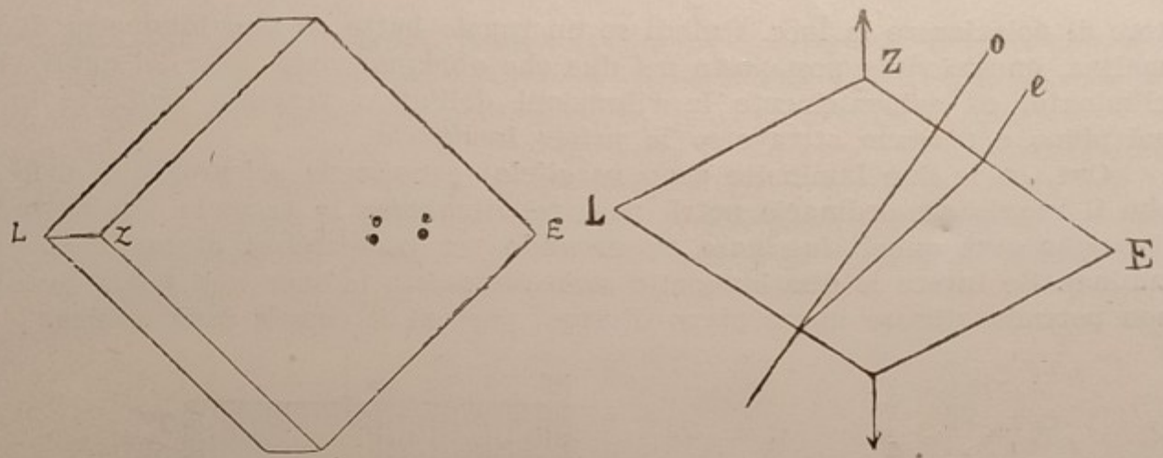


Fig. 30. — L'unico raggio, attraversando il cristallo, viene sdoppiato nel raggio ordinario (*o*) e straordinario (*e*), tanto che invece di un sol punto ne vediamo due.

b) **polarizzazione della luce.** — Sappiamo che nella *luce ordinaria* le vibrazioni dell'etere avvengono normalmente alla direzione di propagazione del raggio, ed in tutti i suoi piani possibili passanti per il raggio; orbene in quei due raggi di cui abbiam parlato sopra (ordinario e straordinario) le vibrazioni invece avvengono solo in un piano o meglio in un *piano solo* quelle dell'*ordinario,* ed in un *piano solo,* perpendicolare al primo, quelle dello *straordinario.* Quindi la birifrangenza importa non solo uno sdoppiamento del raggio ma anche un ordinamento delle vibrazioni su due piani perpendicolari, uno per ogni raggio. Se ora noi possiamo, in un modo od in un altro, eliminare dal campo di osservazione uno dei raggi (generalmente l'ordinario) la immagine sarà ancora unica, indebolita quanto ad intensità, ma con luce di proprietà tutte speciali (infatti mentre prima vibrava su infiniti piani, ora vibra su un sol piano) che si chiama *luce polarizzata.* I più usati *polarizzatori* di luce (che determinano la birifrazione, l'ordinamento in piani perpendicolari, l'eliminazione del raggio ordinario) sono due e cioè:

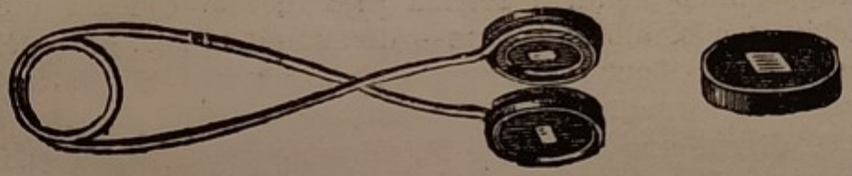


Fig. 31. — Pinzette a tormalina.

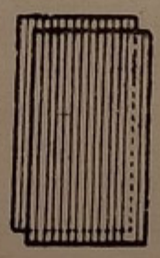


Fig. 32. — Tormaline parallele (campo chiaro).

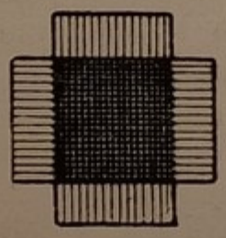


Fig. 33. — Tormaline incrociate (campo scuro).

1) *pinze a tormalina,* le cui parti essenziali sono due laminette trasparenti di tormalina, sottili, tagliate in un modo particolare, innestate in dischetti di sughero girevole ciascuno entro un anello. La tormalina ha il po-

tere di polarizzare la luce. Quindi se un raggio batte su una laminetta di tormalina, questo viene scomposto nei due che abbiamo visto, uno dei quali viene eliminato, ed evidentemente le vibrazioni dell'altro vengono ordinate in un sol piano e passano attraverso la *prima laminetta*.

Ora, se le due laminette sono *parallele* (egualmene *orientate*), è evidente che il raggio straordinario potrà passare attraverso la seconda laminetta, ed il *campo* sarà quindi *luminoso* (osservando per trasparenza attraverso le due lamine). Se invece le due laminette sono *incrociate* la luce non potrà passare, non potendo vibrare in un piano diverso, per cui il campo sarà oscuro.

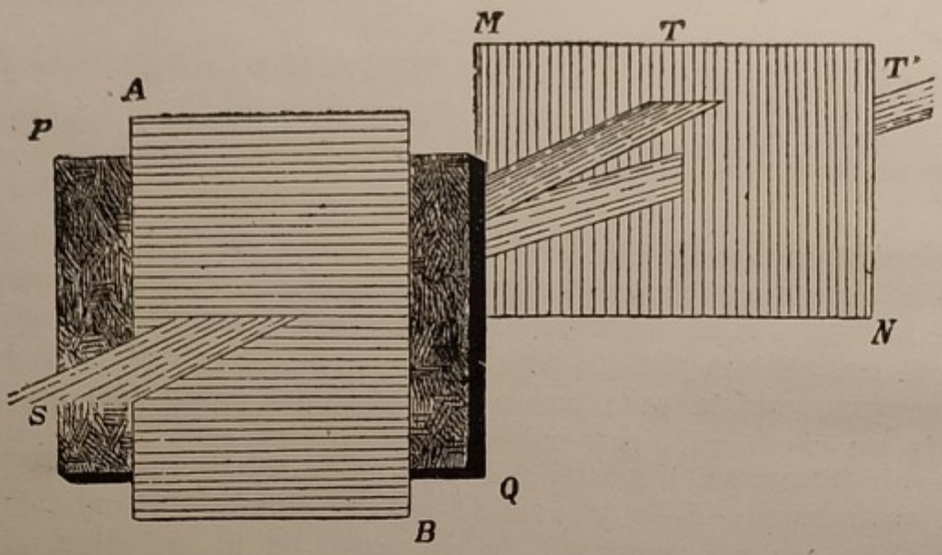


Fig. 34. — Effetti dell'introduzione d'una laminetta birifrangente tra le laminette di tormalina. Per quanto le tormaline siano incrociate, il raggio straordinario passa.

Esaminiamo ora, *sempre a lamine incrociate;* se frapponiamo alle laminette una fettina di un corpo non birifrangente, il campo resterà oscuro; ma se invece frapponiamo un'altra fettina di minerale che sia bifrangente, tagliata nel debito modo, allora il campo diventerà chiaro. Il perché lo si comprende osservando la figura: il raggio straordinario S (l'altro è assorbito) passa attraverso la tormalina A B, è scomposto in altri due dal minerale birifrangente P Q, di cui uno ordinario T, vibrante come prima che verrà assorbito, ed uno straordinario T' vibrante in un piano perpendicolare, e quindi atto a passare per la lamina *incrociata;* per cui la laminetta di minerale birifrangente serve a girare di 90° il piano di vibrazione della luce che ha attraversato la prima tormalina.

2) *Prisma di Nicol.* — Osserviamo la figura. È un prisma di calcite (spato d'Islanda) trasparente, formato artificialmente da due parti saldate con balsamo del Canadà. Il prisma scompone il raggio in due, dei quali quello straordinario passa ed esce, e si rende quindi manifesto, mentre l'ordinario giunge al balsamo del Canadà con un angolo tale che, per riflessione totale, viene deviato e poi assorbito da carta nera, di cui il prisma è circondato.

Le osservazioni a luce polarizzata, con l'uso del microscopio, sono molto interessanti, ma non possiamo più oltre fermarci su questo argomento.

c) **polarizzazione rotatoria.** — Osserviamo al microscopio tra due Nicol incrociati, una sezione di quarzo, secondo la cui direzione è monorifrangente. Ci attenderemo di vedere il campo oscuro: invece lo vediamo illuminato e

per osservarlo scuro dovremo ruotare a sinistra o a destra sufficientemente il Nicol soprastante; questo evidentemente significa che detti cristalli sono capaci di ruotare il piano di polarizzazione, rispettivamente a destra o a sinistra, di un certo angolo, che dipende dalla sostanza e dallo spessore della lamina. Questo fenomeno indica chiaramente come la struttura cristallina influisca sulle proprietà fisiche. È d'altronde un fenomeno che viene anche nella industria sfruttato per riconoscere i diversi zuccheri: infatti gli zuccheri *de-*

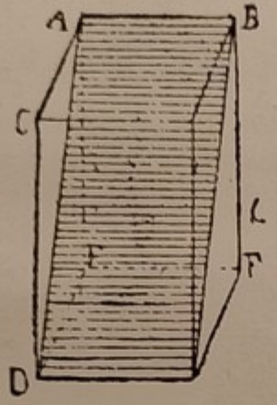


Fig. 35. — Sezione teorica del Prisma di Nicol.

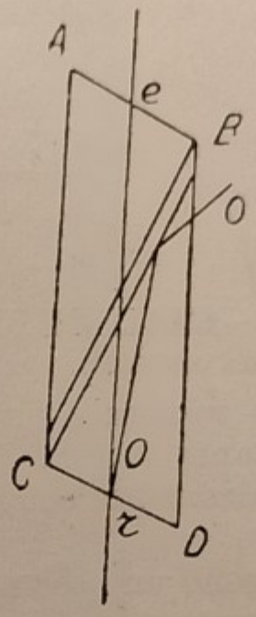


Fig. 36. — Prisma di Nicol, o semplicemente Nicol.

strosio e *levulosio* sono così chiamati perché capaci di ruotare il piano di polarizzazione rispettivamente a destra o a sinistra.

Sovrapponendo due laminette, una tagliata in un cristallo destroso di quarzo e l'altra di uno sinistrorso pure di quarzo, vedremo il campo oscuro perché l'una annulla l'effetto dell'altra.

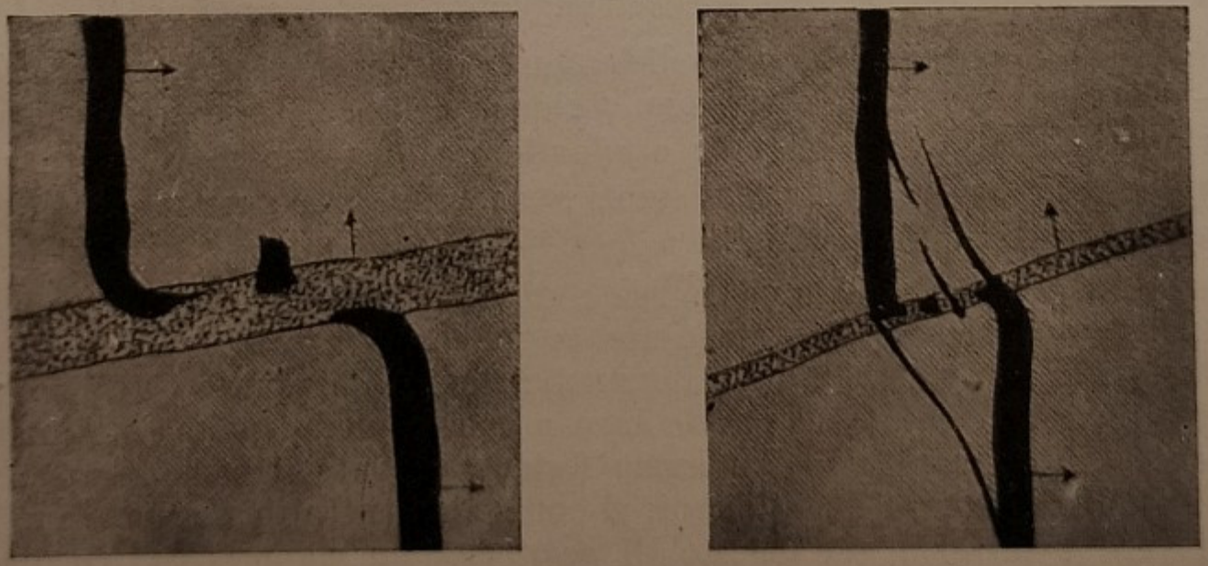


Fig. 37. — *Filoni metalliferi incrociantisi.* Quello indicato in nero è certo di età anteriore al punteggiato.

CAPITOLO V.

Giacimenti dei minerali

1. - **GIACIMENTI.** — *Chiamasi giacimento un deposito abbondante di minerale utile o utilizzabile.*

Un minerale può trovarsi, in una determinata roccia, magari abbondante ma troppo *disperso estensivamente,* per cui non si rende economicamente conveniente una *coltivazione* della roccia stessa onde ricavare quel minerale. Le lave basaltiche dell'Etna, ad esempio, contengono una certa quantità di ferro, ma talmente disperso, anziché concentrato e localizzato, che non possono certo rappresentare una roccia coltivabile per estrarre ferro.

Oppure un minerale può trovarsi *concentrato* in una certa parte della roccia. È in questo caso che v'ha convenienza di sfruttamento. Solo allora si potrà parlare di vero giacimento.

2. - **CLASSIFICAZIONE DEI GIACIMENTI.** — Classificheremo i giacimenti dal punto di vista *genetico,* cioè secondo l'origine del giacimento stesso. Si hanno così i seguenti *tipi di giacimenti*:

1°) **Giacimenti di consolidamento e segregazione magmatica.** — Un magma lavico, vulcanico, fluido e pastoso, impregnato d'una grande quantità di gas, può: o *effondere* all'esterno del cratere vulcanico, o *introdursi* in preesistenti spaccature della montagna, o *rimanere* negli strati profondi.

Se il minerale utile si sparge e diffonde per tutta la massa rocciosa non diviene più sfruttabile (a meno che trattisi di minerali preziosissimi, quali: oro e diamanti): così è del quarzo diffuso nel granito. Se invece, quel particolare minerale utile, prima uniformemente diffuso per tutto il magma fluido, durante il consolidamento, per effetto di speciali condizioni, si concentra tutto in una parte si ha un vero e proprio giacimento di *segregazione magmatica,* vocabolo appropriato, perché trattasi realmente di una segregazione di quel minerale dal rimanente magma.

Si devono a tali fenomeni di segregazione magmatica, con conseguente concentrazione, i giacimenti nicheliferi della Valsesia ed

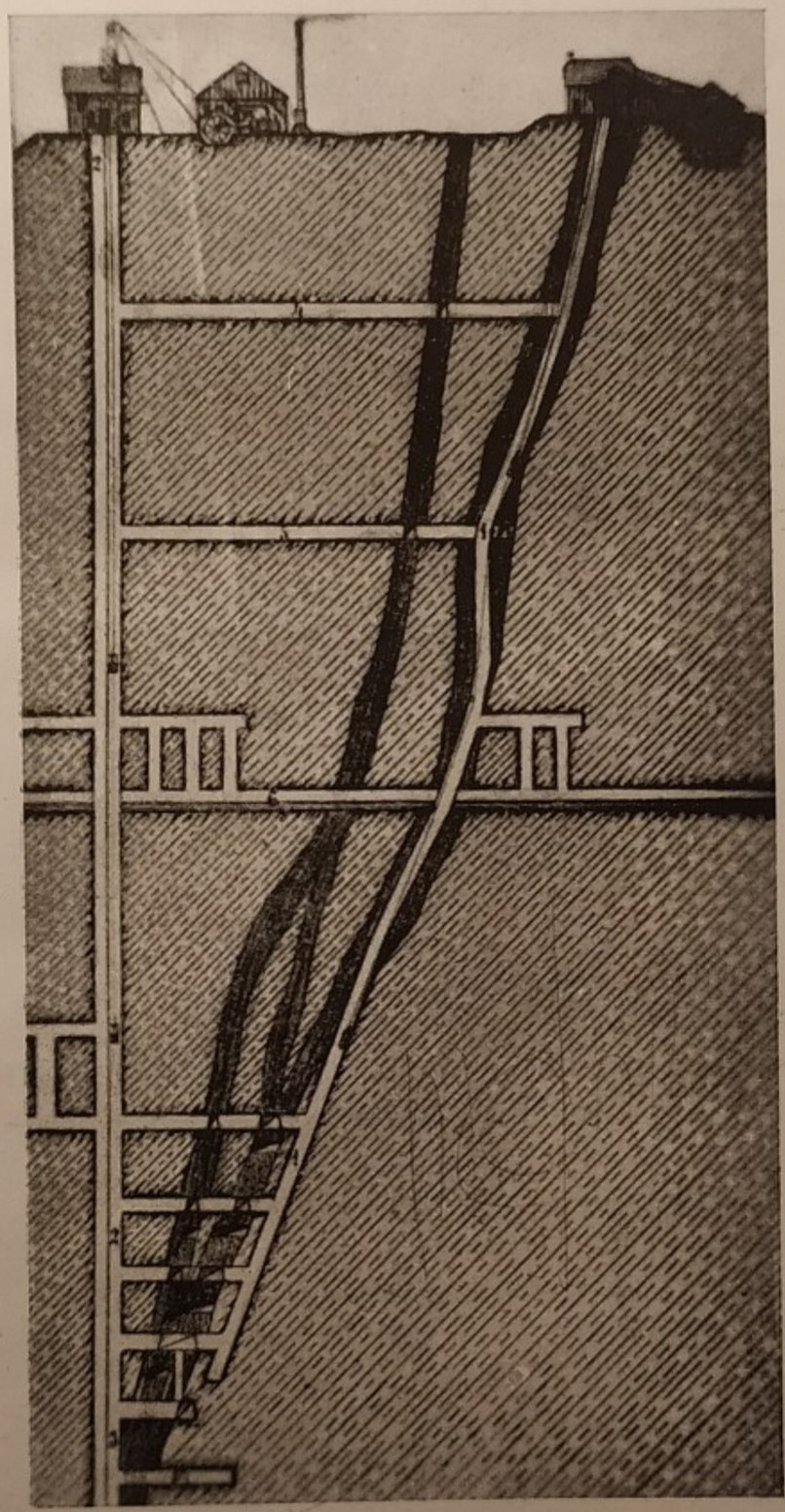


Fig. 38. — *Sfruttamento di filone metallifero* subverticale in profondità.

alcuni ammassi di quarzo segregatisi da magmi granitici, usati per fabbricazione di mattoni refrattari (Dinas, nel paese di Galles).

2°) **Giacimenti di contatto.** — Quando un magma lavico, ancor fuso, viene *a contatto* di altre rocce, per la sua alta temperatura, per la pressione di cui è dotato e per l'abbondanza dei gas che tiene imprigionati, deve evidentemente indurre delle modificazioni, sia nella roccia incassante a contatto, sia in se stesso. Tali modificazioni sono più sensibili nelle vicinanze del contatto; si formano così dei *nuovi caratteristici minerali*, localizzati ed abbondanti lungo tutta la zona di contatto.

Simili giacimenti si chiamano: *giacimenti di contatto* e sono, in generale, ben coltivabili e redditizi, perché il materiale utile è sempre ben concentrato e localizzato.

Sono per l'appunto di questa origine gli importantissimi giacimenti ferriferi (magnetite, ematite, ecc.) dell'isola d'Elba, di Brosso e Traversella (Valchiusella, Ivrea), questi ultimi originati precisamente da un magma vulcanico venuto a contatto con calcari.

3°) **Giacimenti filoniani.** — Dopo intensi fenomeni vulcanici, una regione può divenir sede di fenomeni post-vulcanici consistenti in emissioni più o meno costanti di *acque calde*, contenenti in soluzione i più diversi minerali (anche oro) e di *gas*, sostanze tutte che, prima di giungere all'aperto impregnano di sé le naturali preesistenti spaccature delle rocce, attraverso le quali hanno trovato una via di sfogo dal sottostante focolare magmatico, fino a colmarle totalmente.

È questa l'origine di molti *filoni metalliferi* (1).

Sono di questa origine quasi tutti i giacimenti di galena, blenda (piombo e zinco) ecc., di Sardegna, della Valsassina e del Varesotto (Lombardia).

4°) **Giacimenti sedimentari.** — Questa categoria di giacimenti è in perfetta antitesi con le precedenti.

Derivano da deposito: o *fisico*, o *chimico*, o *organogeno*:

a) *Deposito fisico.* Nelle *sabbie* del Ticino trovansi pagliuzze e noduli di oro. Si tratta evidentemente di oro trasportato dagli affluenti del Ticino (origini dal M. Rosa aurifero).

b) *Deposito chimico.* Le miniere di salgemma non sono altro che giacimenti originati dalla sedimentazione chimica di sale depositatovi dalle acque marine (giacimenti poi emersi dal mare).

c) *Deposito organogeno.* Vedremo che molti bacteri palustri ecc. hanno il potere di foggiarsi uno scheletro di idrossido di ferro (limonite). Tali scheletri, a miliardi, costituiscono poi, alla morte dei bacteri, fanghiglie ferrifere e quindi giacimenti ferriferi.

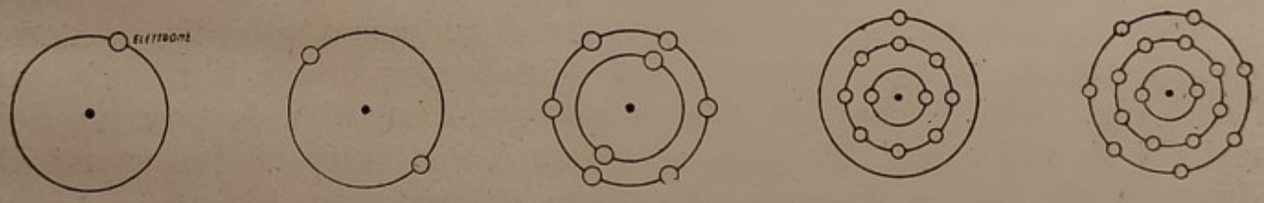
---

(1) La parte dove il filone poggia chiamasi *muro*, la parte opposta superiore dicesi *tetto;* se il filone è orizzontale o quasi, muro e tetto diconsi *pareti;* il rivestimento che separa la roccia incassante dal filone dicesi *salbanda*. Il complesso dei minerali che accompagna il minerale utile nella composizione e formazione del filone dicesi *ganga* o *matrice*.

CAPITOLO VI.

Costituzione della materia: molecole e atomi - Peso atomico e formule - Valenza

1. - **MOLECOLE E ATOMI.** — In seguito a numerosissime esperienze e considerazioni si è venuti alla conclusione che ogni corpo chimico sia costituito di un grandissimo numero di particelle che vennero chiamate **molecole,** tutte eguali fra loro, separate le une dalle altre ma tra loro vincolate da una forza detta di *coesione*. Ogni molecola è a sua volta costituita da uno o più corpuscoli, detti **atomi,** i quali, come dice la stessa parola (a-tomo = α-τεμνω = non divido), rappresentano la più piccola parte di materia non più ulteriormente divisibile; gli atomi sono separati gli uni dagli altri, ma tra loro vincolati da una forza detta *affinità chimica*. Né molecole né atomi si possono realmente vedere neppure con i più forti ingrandimenti;



Idrogeno . Elio Ossigeno Sodio Cloro

Costituzione degli atomi di alcuni elementi secondo la ipotesi elettronica. Tutti hanno in comune il nucleo centrale *protone*, e diversificano solo per il numero degli *elettroni*.

la loro esistenza si basa sopra un'ipotesi che praticamente finora si è mostrata costante e sopra esperienze che ne hanno dimostrata la realtà.

La forza di coesione viene vinta con non grande energia; mentre grande energia si richiede per lo sminuzzamento delle molecole in atomi cioè per vincere la affinità chimica.

Gli atomi d'una molecola possono essere eguali o diseguali: *nei corpi semplici* (o elementi) *essi sono eguali; nei corpi composti sono diseguali.* Così: la molecola dell'idrogeno è costituita da due atomi di idrogeno, mentre la molecola dell'acqua da due atomi di idrogeno e da uno di ossigeno. Si può allora concludere che la più

piccola parte d'un corpo semplice è l'atomo mentre la più piccola parte di un corpo composto è la molecola (infatti suddividendo una molecola costituita di atomi diversi non si possono ottenere che corpi diversi, mentre suddividendo una molecola costituita di atomi eguali si ottiene sempre lo stesso corpo) (1).

2. - **PESO ATOMICO E MOLECOLARE.** — L'atomo d'ogni corpo ha un proprio peso. Solo in questi ultimi anni si è riusciti a trovare il *peso assoluto* dell'atomo di idrogeno. Ma nei calcoli si cominciò presto a usare e si usa sempre il peso *relativo* prendendo come base il peso atomico convenzionale d'un dato elemento.

A tale scopo in un primo tempo si è scelto come elemento fondamentale l'idrogeno e per convenzione *si è imposto al suo atomo il peso 1.* In seguito opportunamente raffrontando il peso degli elementi con quello dell'idrogeno si è riusciti a costruire il quadro complessivo del peso atomico di tutti gli elementi. Secondo questo quadro, dire che lo zolfo ha peso atomico 32 significa che l'atomo di zolfo pesa **32 volte** l'atomo d'idrogeno. Però si è poi visto che sarebbe stato più opportuno prendere come peso base convenzionale il peso dell'atomo dell'ossigeno; e poiché questo era risultato di circa 15,98, ad evitare inutili calcoli si è definitivamente stabilito di fissare un quadro di pesi atomici in cui l'atomo di ossigeno pesasse per convenzione 16. Così secondo questa più recente convenzione, dire che il peso atomico del cloro è 35,5 significa che un atomo di cloro pesa 35,5/16 dell'atomo di ossigeno.

Per trovare poi il *peso molecolare* d'un corpo semplice o composto, sapendo il peso atomico dei singoli elementi e il numero di atomi che costituiscono la molecola, basta eseguire la somma dei pesi dei singoli atomi. Esempio: l'acqua è costituita di due atomi di idrogeno (p. at. = 1) e di un atomo di ossigeno (p. at. = 16); perciò la sua molecola peserà 18 (= 2+16).

---

(1) In seguito a recenti esperienze e all'esame delle emanazioni del radio (vedi: *radio*) si è venuto alla conclusione che in realtà ogni atomo è a sua volta costituito d'un nucleo centrale di materia carica di elettricità positiva, chiamato *protone,* intorno al quale ruotano incessantemente un certo numero di cariche elettriche negative, chiamate *elettroni.* Il protone sarebbe identico, per dimensioni e sostanza, in tutti gli elementi; quindi l'atomo di un elemento diversificherebbe dall'atomo di un altro solo per il numero degli elettroni. Perciò fondamentalmente la materia sarebbe unica, e gli aspetti diversi dipenderebbero in sostanza dal numero delle cariche elettriche. Si torna quindi al concetto della unità della materia.

E mentre secondo la pura *teoria atomica* sarebbe impossibile il passaggio da un elemento a un altro (per la stessa indivisibilità dell'atomo), secondo la teoria *elettronica* (la quale più che essere in contrasto, completa la teoria atomica) ciò sarebbe possibile, pur che si riesca a variare il numero degli elettroni. Sarebbe così avverato il sogno degli alchimisti le cui idee tomistiche-aristoteliche, dopo essere state tanto derise per tutto il secolo XIX, tornano, sia pure sotto forma altamente più scientifica, ad essere in vigore.

La molecola dell'acido solforico, che è costituita di 2 atomi di idrogeno (p. at. = 1), di un atomo di zolfo (p. at. = 32) e di quattro atomi di ossigeno (p. at. = 16), peserà 98 (= 2+32+64).

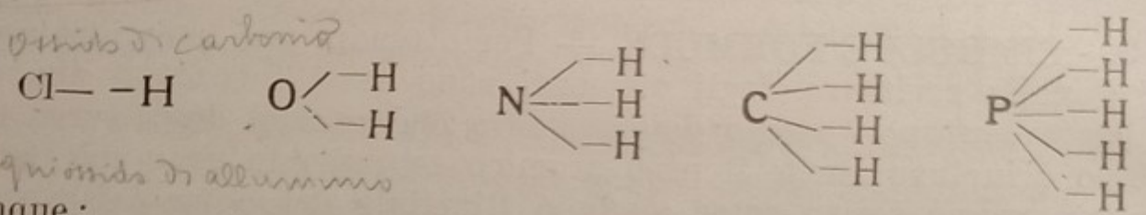
3. - **SIMBOLI E FORMULE.** — Per ottenere una maggiore semplicità nella scrittura degli elementi sono stati introdotti *simboli* che *rappresentano l'atomo dell'elemento* che si vuol descrivere; nel simbolo è incluso anche il peso atomico espresso in grammi. Generalmente venne scelto come simbolo l'iniziale del nome latinizzato dell'elemento stesso. Così: **H** (da *Hydrogenium* = generatore di acqua) significa un atomo di Idrogeno (in peso = 1 grammo di idrogeno); **C** (da *Carbonium*) significa un atomo di Carbonio (in peso = 12 grammi di Carbonio); **S** (da *Sulphur*) significa un atomo di Zolfo (in peso = 32 grammi di zolfo), ecc.

Per rappresentare invece una molecola si usano le *formule* le quali sono costituite dall'insieme dei simboli rappresentanti gli atomi che costituiscono quella molecola; se in una molecola vi sono più atomi eguali, il numero di questi si pone in basso e a destra del simbolo corrispondente. Così $\mathbf{H_2}$ (si legge: *acca-due*) è la formula della molecola dell'idrogeno perché la molecola dell'idrogeno è costituita da due atomi di idrogeno; **Cu** (si legge: *ci-u*, non *cu*), come è il simbolo dell'atomo di Rame (*Cuprum*), è anche la formula della molecola dello stesso Rame perché questa è costituita da un solo atomo; $\mathbf{H_2SO_4}$ (si legge: *acca-due-esse-o-quattro*) è la formula della molecola dell'acido solforico perché questa è costituita da due atomi di idrogeno, da uno di zolfo e da quattro di ossigeno; $\mathbf{H_2O}$ (si legge: *acca-due-o*) è la formula dell'acqua perché questa è costituita da due atomi di idrogeno e da uno di ossigeno. Per indicare più di una molecola si mette il numero corrispondente davanti alla formula.

Es.: $\mathbf{2H_2O}$ significa due molecole di acqua e perciò, complessivamente, 4 (2×2) atomi di idrogeno e 2 (2×1) atomi di ossigeno; $\mathbf{3H_2SO_4}$ significa tre molecole di acido solforico e perciò, complessivamente, 6 (3×2) atomi di idrogeno, 3 (3×1) atomi di zolfo e 12 (3×4) atomi di ossigeno.

4. - **VALENZA.** — Gli atomi sono tra loro legati da leggi particolari. Ad esempio: l'atomo di Cloro (Cl) si lega con un atomo di Idrogeno (H), quello di Ossigeno (O) con due di Idrogeno, quello di Azoto (N) con tre di Idrogeno, quello di Carbonio (C) con quattro, quello di Fosforo (Ph) con cinque, ecc. Chiamasi *valenza d'un atomo la sua capacità di combinarsi con uno o più atomi di idrogeno* Si potrà perciò dire, nei casi visti sopra, che il Cloro è monovalente, perché un atomo di Cloro, per essere saturato, richiede un sol atomo di Idrogeno; l'Ossigeno è bivalente, l'Azoto è trivalente, il Carbonio è tetravalente (tetra = 4), il Fosforo pentavalente (penta = 5), ecc. Le valenze si possono rappresentare come tante lineette, come tanti

ganci; e ogni atomo non può essere tranquillo, non può rimanere stabile fin che non abbia saturato le sue valenze disponibili. Ecco il fenomeno praticamente rappresentato:



dunque:

ClH OH_2 NH_3 CH_4 PH_5

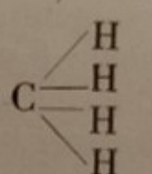
oppure:

HCl H_2O

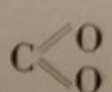
acido cloridrico *acqua* *ammoniaca* *metano* *idrogeno fosforato*

La valenza è una proprietà costante per ogni corpo; così il potassio è sempre monovalente, il carbonio è sempre tetravalente, ecc. Tuttavia esistono degli elementi che possono averne anche due o tre tipi; così lo zolfo può essere bivalente, tetravalente e esavalente; così l'azoto può essere trivalente e pentavalente, il rame può essere mono- e bivalente.

Quando un atomo sostituisce un altro per formare un nuovo composto, la sostituzione avviene sempre con piena obbedienza alla regola della valenza costante. Esempio: se gli idrogeni di CH_4 si vogliono sostituire con atomi di ossigeno, ne basteranno due, essendo l'ossigeno bivalente, e otterremo così CO_2



metano



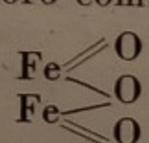
anidride carbonica

Ecco altri due esempi:

1°) Ca = è bivalente (Calcio), O = altrettanto, dunque il composto derivato dalla loro combinazione sarà:

Ca=O e cioè CaO

2°) Fe ≡ è trivalente (Ferro), O = è bivalente, dunque il composto derivato dalla loro combinazione sarà:



e cioè Fe_2O_3

il che significa: che Fe è trivalente (dunque richiede tre atomi di ossigeno), e l'O è bivalente (dunqne ne richiede due di ferro).

5. - **FORMULE GREZZE E FORMULE DI STRUTTURA.** — Abbiamo più sopra visto che le formule servono a rappresentare la mo-

lecola dei corpi. Così l'acido solforico è rappresentato da H_2SO_4. Queste si chiamano *formule grezze*. Ma per meglio rappresentare il modo come gli atomi sono tra loro vincolati (vincolo che è determinato dalle valenze), si usano delle formule più razionali chiamate opportunamente *formule di struttura*. Così poiché l'idrogeno è monovalente —H, lo zolfo esavalente $\overset{=}{\underset{=}{}}S\langle$, l'ossigeno bivalente $=O$, nell'acido solforico gli atomi staranno tra loro vicini in questo modo:

$$\begin{matrix} O= \\ O= \end{matrix}\!\!=\!\!S\!\!\begin{matrix} \diagup -O--H \\ \diagdown -O--H \end{matrix}$$

e perciò la formula di struttura, saturandosi valenza per valenza, non potrà che essere:

$$\begin{matrix} O= \\ O= \end{matrix}\!\!S\!\!\begin{matrix} \diagup O-H \\ \diagdown O-H \end{matrix} \quad \text{o, più semplicemente,} \quad \begin{matrix} O= \\ O= \end{matrix}\!\!S\!\!\begin{matrix} \diagup OH \\ \diagdown OH \end{matrix}$$

Perciò ogni lineetta, cioè ogni valenza, si riferisce ad ambedue i corpi che collega.

Ecco le formule di struttura di altri corpi comuni.

H_2O	HCl	CO_2
$H-O-H$	$H-Cl$	$C\begin{matrix} \diagup\!\!\diagup O \\ \diagdown\!\!\diagdown O \end{matrix}$
acqua	*acido cloridrico*	*anidride carbonica*

6. - **REAZIONI CHIMICHE.** — Chiamasi *reazione chimica qualunque trasformazione chimica dei corpi*. Sono reazioni chimiche la **scomposizione** di un corpo composto nei suoi elementi (es. scomposizione di H_2O in H_2 e O) e il fenomeno chiamasi *analisi;* la **combinazione** di due o più elementi a formare un corpo composto (es. combinazione di H_2 e di O a formare H_2O), e il fenomeno chiamasi *sintesi;* la **sostituzione** di qualche elemento ad altri elementi nel corpo precedente onde ottenerne uno diverso: es. sostituzione di Zn (Zinco) all'H_2 nella molecola dell'H_2SO_4 (acido solforico) ottenendo così $ZnSO_4$ (= solfato di zinco).

Naturalmente perché questi fenomeni avvengano sono necessarie alcune **condizioni** le quali determinano o per lo meno facilitano le reazioni chimiche; di queste le due essenziali sono:

1°) *intimo contatto* tra le sostanze che debbono reagire (o polverizzando o sciogliendo, ecc.);

2°) *energia particolare*, la quale può essere data o da opportuno *calore* (riscaldamento), o da *energia elettrica* (combinazioni per cui sono necessarie le scariche elettriche; la scomposizione dell'acqua non avviene, come si vedrà, che con il passaggio della corrente); o *energia luminosa;*

3°) dalla presenza di *sostanze catalizzatrici opportune* che, senza entrare direttamente in reazione, favoriscono la reazione; ad esempio, perché CO_2 si combini con H_2O nelle foglie per produrre amido è indispensabile, oltre all'energia luminosa e a quella propria dei viventi, la clorofilla, che è appunto una sostanza cataliz zatrice.

I *catalizzatori* accelerano le reazioni e si paragonano ai lubrificanti i quali, senza alterare le condizioni di equilibrio delle macchine, accelerano i loro movimenti diminuendo le resistenze passive. I catalizzatori, potendo accelerare determinate reazioni (anche trovandosi presenti in minime tracce), si ritrovano inalterati dopo avvenute le reazioni stesse e per tentare di spiegare le loro azioni si ammette che essi formino dei composti labili con una delle sostanze reagenti e poi cedano immediatamente questa sotto forma assai più facilmente combinabile.

7. - **EQUAZIONI CHIMICHE.** — Tutte le reazioni vengono opportunamente e con semplicità rappresentate mediante **equazioni chimiche** nelle quali il primo membro rappresenta i corpi messi a reagire e il secondo membro i corpi ottenuti dalla reazione. Tra i due membri, invece del segno di eguaglianza si usa mettere una freccia la quale sta ad indicare il senso secondo cui avviene la reazione. Le reazioni viste sopra vengono così rappresentate:

scomposizione $\quad H_2 + O \Rightarrow H_2O$

combinazione $\quad H_2O \Rightarrow H_2 + O$

sostituzione $\quad Zn + H_2SO_4 \Rightarrow ZnSO_4 + H_2$

Osservazione. Se si scalda Mercurio (Hg) in presenza di ossigeno (O) alla temperatura di 350° si ha la formazione di HgO (ossido di mercurio). Si potrà allora scrivere la equazione:

$$Hg + O \Rightarrow HgO$$

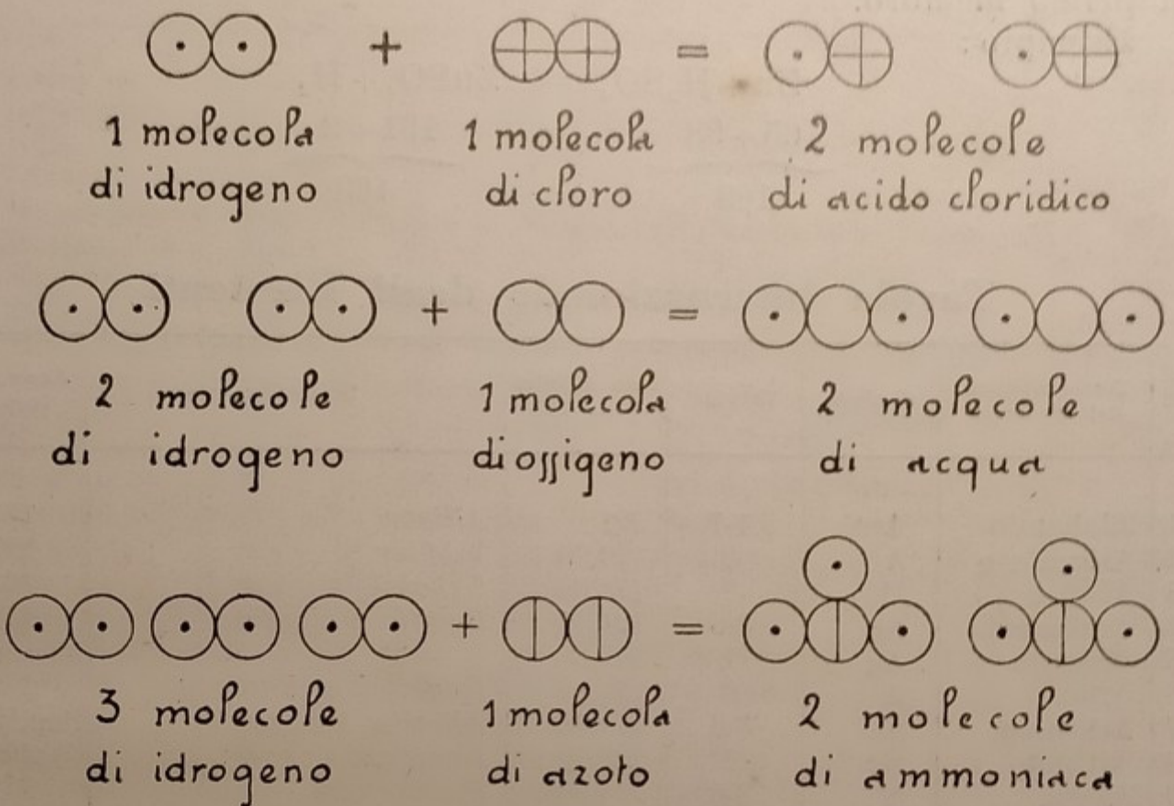
Ma se continuiamo a riscaldare l'ossido di mercurio così ottenuto, i due elementi tornano a isolarsi nuovamente, e cioè la *reazione* viene *invertita*

$$HgO \Rightarrow Hg + O$$

Perciò nello scrivere le equazioni chimiche non è uso scrivere solo il segno di eguaglianza = oppure una sola freccia $\longrightarrow$ (la quale rappresenta spesso una semplice indicazione) bensì il segno $\Rightarrow$; oppure $\Leftrightarrow$ quando si vogliono indicare simultaneamente le due *reazioni reversibili.*

	$Hg + O = HgO$	non usato
	$Hg + O \longrightarrow HgO$	» »
	$Hg + O \Rightarrow HgO$	usato
o, nel caso particolare	$Hg + O \Leftrightarrow HgO$	»

Ecco in qual modo si potrebbero intendere le reazioni chimiche:



o, più semplicemente, e riassumendo:

$$H_2 + Cl_2 \Longrightarrow 2HCl$$
$$2H_2 + O_2 \Longrightarrow 2H_2O$$
$$3H_2 + N_2 \Longrightarrow 2NH_3$$

8. - **LEGGE DELLA CONSERVAZIONE DELLA MASSA.** — Dall'esame delle tre equazioni chimiche si vede:

1°) *Che il numero e la qualità degli atomi nei due membri rimane costante;* e poiché ad ogni atomo corrisponde un determinato elemento con il suo peso atomico, si potrà dire che gli elementi sono rimasti costanti per qualità e che è pure rimasto invariato il peso. Non venne creata nuova materia, ma sono solo le sostanze primitive che vennero trasformate in altre.

2°) *Che, invece, è variato il numero e la qualità delle molecole,* e cioè si sono ottenute sostanze nuove. Sono gli stessi atomi che si sono disposti in gruppi diversi dai precedenti venendo così a costituire nuovi corpi.

Possiamo perciò ora enunciare la seguente Legge, dimostrata dal chimico Lavoisier (1734-1794), detta perciò **legge di Lavoisier** o **legge della conservazione dei pesi** o, meglio, data la proporzionalità tra peso e massa, **legge della conservazione della massa:**

in ogni trasformazione chimica non si ha mutamento di massa. Praticamente, in una equazione chimica, la somma dei pesi dei corpi

del secondo membro deve essere eguale alla somma dei pesi dei corpi del primo membro.

Esempio:

$$\underbrace{Zn + H_2SO_4}_{65+98} \Longrightarrow \underbrace{ZnSO_4 + H_2}_{161+2}$$
$$163 = 163$$

Tavola Internazionale degli Elementi

Numero d'ordine	Nome italiano dell'elemento	Simbolo	Valenza	Peso atomico (O = 16)	Scopritore	Anno della scoperta
1	Alabamio	Am	1-7	221	*Allison*	1932
2	**Alluminio**	**Al**	3	26,96	*Wöhler*	1827
3	Afnio	Hf	?	178,6	*Urbain*	1911
4	**Antimonio**	**Sb**	3-5	121,77	*Basilio Valentino*	1459
5	**Argento**	**Ag**	1	107,88	—	ab antiquo
6	Argo	A	0	39,94	*Rayleigh* e *Ramsay*	1894
7	**Arsenico**	**As**	3-5	74,96	*Alberto Magno*	Sec. XIII
8	Attinio	Ac	?	228,40	*Debierne*	1899
9	**Azoto**	**N**	3-5	14,008	*Rutherford*	1772
10	**Bario**	**Ba**	2	137,37	*Davy*	1807
11	Berillio	Be	2	9,02	*Wöhler*	1827
12	**Bismuto**	**Bi**	3-5	209	—	Sec. XV
13	**Boro**	**B**	3	10,82	*Gay Lussac* e *Thenard*	1808
14	**Bromo**	**Br**	1-7	79,916	*Balard*	1826
15	Cadmio	Cd	2	112,41	*Stromeyer*	1814
16	**Calcio**	**Ca**	2	40,07	*Davy*	1808
17	**Carbonio**	**C**	4	12	—	ab antiquo
18	Cerio	Ce	4	140,13	*Berzelius e Hisinger*	1803
19	Cesio	Cs	1	132,81	*Kirchoff* e *Bunsen*	1860
20	**Cloro**	**Cl**	1-7	35,458	*Scheele*	1777
21	Cobalto	Co	2-8	58,94	*Brandt*	1737
22	Columbio	Cb	3-5	93,5	*Rose*	1844
23	Cripto	Kr	0	82,09	*Ramsay* e *Travers*	1895
24	**Cromo**	**Cr**	3-6	52,01	*Vauquelin*	1793
25	Disprosio	Dy	3	162,46	*Urbain*	1909
26	Elio	He	0	4	*Ramsay*	1894
27	Erbio	Er	3	167,7	*Mosander*	1843
28	Europio	Eu	3	152	*Urbain*	1909
29	**Ferro**	**Fe**	2-3	55,84	—	ab antiquo
30	Florenzio	Fr	?	?	*Rolla* e *Fernandez*	1926
31	**Fluoro**	**F**	1	19	*Moissan*	1886
32	**Fosforo**	**P**	3-5	31,024	*Brandt*	1669
33	Gadolinio	Gd	3	157,26	*Marignac*	1894
34	Gallio	Ga	3	69,72	*Boisbaudran*	1875
35	Germanio	Ge	4	72,6	*Winkler*	1885
36	**Idrogeno**	**H**	1	1,007	*Cavendish*	1776
37	Indio	In	3	114,8	*Reich* e *Richter*	1863
38	Iridio	Ir	2-8	193,1	*Tennaut*	1803
39	Itterbio	Yb	3	173,6	*Delafontaine* e *Marignac*	1870
40	Ittrio	Y	3	88,93	*Wöhler*	1821

Numero d'ordine	Nome italiano dell'elemento	Simbolo	Valenza	Peso atomico (O = 16)	Scopritore	Anno della scoperta
41	**Iodio**	**I**	1-7	126,932	*Courtois*	1811
42	Lantanio	La	?	138,91	*Mosander*	1839
43	Litio	Li	1	6,939	*Arfvedson*	1817
44	Lutezio	Lu	3	175	*Urbain*	1900
45	**Magnesio**	**Mg**	2	24,32	*Davy*	1808
46	**Manganese**	**Mn**	2-7	54,93	*Gahn*	1775
47	Masurio	Ma	?	?	*Noddack* e *Berg*	1925
48	**Mercurio**	**Hg**	1-2	200,61	—	ab antiquo
49	Molibdeno	Mo	2-6	96	*Scheele*	1778
50	Neon	Ne	0	20,02	*Ramsay*	1900
51	Neodimio	Nd	3	144,27	*Auer V. Welsbach*	1885
52	**Nichelio**	**Ni**	2-4	58,69	*Cronsted*	1751
53	Niobio	Nb	3-5	?	(Vedi: Columbio)	—
54	Niton	Nt	?	222	*Ramsay*	1894
55	Olmio	Ho	2-8	163,4	*Urbain*	1909
56	**Oro**	**Au**	1-3	197,2	—	ab antiquo
57	Osmio	Os	2-8	190,8	*Tennant*	1804
58	**Ossigeno**	**O**	2-4	16	*Priestley*	1774
59	Palladio	Pd	2-8	106,7	*Wollaston*	1803
60	**Piombo**	**Pb**	2-4	207,20	—	ab antiquo
61	**Platino**	**Pt**	2-4	195,23	*Watson*	1750
62	Polonio	Po	?	210	*Curie*	1899
63	**Potassio**	**K**	1	39,095	*Davy*	1807
64	Praseodimio	Pr	3	140,92	*Auer v. Welsbach*	1885
65	Proattinio	Pa	?	234	*Ramsay* e *Soddy*	1903
66	**Radio**	**Ra**	2	225,97	*Curie*	1898
67	**Rame**	**Cu**	1-2	63,57	—	ab antiquo
68	Renio	Re	?	186,31	*Noddack* e *Berg*	1925
69	Rodio	Rh	2-8	102,91	*Wollaston*	1804
70	Rubidio	Rb	1	85,44	*Kirchoff* e *Bunsen*	1861
71	Rutenio	Ru	2-8	101,07	*Claus*	1843
72	Samario	Sa	3	150,43	*Delafontaine*	1878
73	Scandio	Sc	3	45,10	*Nilson* e *Clève*	1879
74	Selenio	Se	3-6	79,2	*Berzelius*	1817
75	**Silicio**	**Si**	4	28,06	*Berzelius*	1824
76	**Sodio**	**Na**	1	22,997	*Davy*	1807
77	**Stagno**	**Sn**	2-4	118,70	—	ab antiquo
78	Stronzio	Sr	2	87,62	*Davy*	1808
79	Tallio	Tl	1-3	204,4	*Crookes*	1861
80	Tantalio	Ta	3-5	181,5	*Hatchet*	1801
81	Tellurio	Te	2-6	127,5	*Müller*	1782
82	Terbio	Tb	3	159,2	*Mosander*	1843
83	Titanio	Ti	4	47,9	*Klaproth*	1795
84	Torio	Th	4	232,12	*Berzelius*	1828
85	Tulio	Tu	3	169,4	*Urbain*	1900
86	Uranio	U	4-6	238,14	*Klaproth*	1789
87	Vanadio	V	3-5	50,95	*Sefström*	1830
88	Virginio	Vn	1	?	*Allison*	1932
89	Wolframio	W	2-6	184	*Scheele*	1780
90	Xeno	Xe	0	130,2	*Ramsay*	1895
91	**Zinco**	**Zn**	2	65,38	*Paracelso*	1520
92	Zirconio	Zr	4	91,22	*Klaproth*	1789
93	**Zolfo**	**S**	2-4-6	32,065	—	ab antiquo

CAPITOLO VII.

Elementi e corpi composti

1. - **METALLI E METALLOIDI.** — I corpi semplici si possono suddividere in due grandi gruppi: i *metalli* e i *metalloidi*.

I **metalli** sono caratterizzati dalle seguenti proprietà:

1°) Sono *solidi* alla temperatura normale; fa eccezione il mercurio (Hg) che è liquido.

2°) Sono *duri* e *lucenti;* fanno eccezione il potassio (K) e il sodio (Na) che sono teneri (tanto da lasciarsi tagliare con il coltello) e opachi.

3°) Sono *buoni conduttori* del calore e dell'elettricità.

4°) Sono *elettropositivi* (vedi avanti: elettrolisi).

5°) Con l'ossigeno formano *combinazioni a reazioni basiche* (vedi avanti: ossidi e idrati).

I **metalloidi** sono caratterizzati dalle seguenti proprietà:

1°) Alcuni sono *solidi* (zolfo, arsenico), altri *liquidi* (bromo), altri *gassosi* (ossigeno).

2°) Quelli solidi, sono *teneri* e *poco lucenti* (boro).

3°) Sono *cattivi conduttori* del calore e dell'elettricità.

4°) Sono *elettronegativi* (vedi avanti).

5°) Con l'ossigeno formano *combinazioni a reazioni acide* (vedi avanti: anidridi e acidi).

La distinzione non è netta; tra le due serie sta l'idrogeno, gas leggerissimo che ha proprietà metalliche e metalloidiche secondo gli elementi con i quali è combinato.

2. - **CORPI COMPOSTI.** — Tutti i corpi composti (inorganici) si possono suddividere nei seguenti tipi fondamentali: *ossidi, idrati, anidridi, acidi, sali* (1).

---

(1) Nelle formule dei corpi composti gli elementi non vengono scritti disposti a casaccio, ma con un certo ordine; in generale vale la regola che prima si scrivono gli elementi più positivi e poi via via quelli più negativi.

Se il corpo composto è costituito di H, O, Metallo e metalloide, si scriverà prima il Metallo, poi l'H, quindi il metalloide, e, da ultimo, l'O. Esempio: **$KHSO_4$** (= solfato acido di Potassio).

Così si scriverà **CaO** e non OCa

SO_2 » » O_2S

H_2SO_4 » » SH_2O_4

K_2SO_4 » » SO_4K_2.

1. **Ossidi.** — Risultano dalla combinazione di un *metallo* con l'*ossigeno*.

Esempi:

$Ca= + =O \longrightarrow Ca=O$ e cioè CaO — *ossido di calcio*

$\begin{matrix}K-\\K-\end{matrix} + =O \longrightarrow \begin{matrix}K\\K\end{matrix}\!\!>O$ e cioè K_2O — *ossido di potassio*

2. **Idrati.** — Derivano dalla combinazione di un *ossido* con *acqua*.

Esempi:

$CaO + H_2O \longrightarrow CaH_2O_2$ e cioè $Ca(OH)_2$ — *idrato di calcio*

$K_2O + H_2O \longrightarrow K_2H_2O_2$ e cioè $2K(OH)$ — *idrato di potassio*

Il gruppo —OH, che si può supporre derivato dall'H—O—H (H_2O, acqua) per eliminazione d'un H, è monovalente e chiamasi *ossidrile*.

Ossidi e idrati si chiamano anche *basi;* sciolti in acqua manifestano *reazione basica* e cioè, praticamente, tingono in azzurro la carta rossa al tornasole o mantengono azzurra quella che già è tale.

3. **Anidridi.** — Risultano dalla combinazione di un *metalloide* con l'*ossigeno,* sono cioè i corrispondenti degli ossidi.

Esempi:

$\begin{matrix}&=O\\S=&+=O\\&=O\end{matrix} \longrightarrow \begin{matrix}&=O\\S=&O\\&O\end{matrix}$ e cioè SO_3 — *anidride solfor-***ica**

$S\!\!<\!\!\begin{matrix}=O\\=O\end{matrix} \longrightarrow S\!\!<\!\!\begin{matrix}O\\O\end{matrix}$ e cioè SO_2 — *anidride solfor-***osa**

Il suffisso *-ica* o *-osa* rispecchia la quantità maggiore o minore di ossigeno presente nel composto.

4. **Acidi.** — Si hanno due categorie: quelli *ternari* e quelli *binari*.

1°) Quelli **ternari,** cioè formati da tre elementi, derivano dalla combinazione delle *anidridi* con l'*acqua*, e sono perciò i corrispondenti degli idrati.

Esempi:

$SO_3 + H_2O \longrightarrow H_2SO_4$ — *acido solfor-***ico**

$SO_2 + H_2O \longrightarrow H_2SO_3$ — *acido solfor-***oso**

La nomenclatura deriva perciò da quella delle corrispondenti anidridi.

2°) Quelli **binari,** cioè formati di due elementi, risultano dalla combinazione di *idrogeno* e di un *metalloide*.

Esempi:

$$H- + -Cl \longrightarrow H-Cl \text{ e cioè } HCl \qquad \textit{acido clor-}\textbf{idrico}$$

$$\begin{matrix} H- \\ H- \end{matrix} + \begin{matrix} - \\ - \end{matrix} S \longrightarrow \begin{matrix} H \\ H \end{matrix} \diagdown\!\diagup S \text{ e cioè } H_2S \qquad \textit{acido solf-}\textbf{idrico}$$

Si chiamano *idracidi* (contenendo solo H) in contrapposizione ai primi, detti anche *ossi-acidi* (contenendo anche O); il nome lo si ottiene aggiungendo al nome del metalloide la desinenza *-idrico*.

Le anidridi e gli acidi sciolti in acqua manifestano *reazione acida* e cioè, praticamente, tingono in rosso la carta azzurra al tornasole, o la mantengono rossa se già è tale.

5. **Sali.** — *I sali derivano dagli acidi per sostituzione di atomi metallici agli atomi di idrogeno*. E poiché si hanno due gruppi di acidi (ternari e binari), si hanno pure due gruppi di sali egualmente chiamati ternari e binari.

1°) **Sali ternari:** costituiti di metallo, metalloide e ossigeno.
Esempi:

H_2SO_4 sostituendo H_2 con K_2 K_2SO_4
*acido solfor-***ico** *solf-***ato** *di potassio*

H_2SO_3 sostituendo H_2 con Na_2 Na_2SO_3
*acido solfor-***oso** *solf-***ito** *di sodio*

H_2CO_3 sostituendo H_2 con Ca= $CaCO_3$
*acido carbon-***ico** *carbon-***ato** *di calcio*

Naturalmente nella sostituzione si debbono sempre rispettare le valenze; così al posto di 2 di H abbiamo usato un solo Ca perché Ca è bivalente.

Per la nomenclatura: il primo nome è dato dal nome del metalloide con desinenza in *-ato* o in *-ito* secondo che il sale deriva dall'acido in *-ico* o in *-oso;* il secondo nome è dato dal nome del metallo.

2°) **Sali binari:** costituiti di metallo e di metalloide
Esempi:

HCl	sostituendo H con Na	NaCl
*acido clor-***idrico**		*clor-***uro** *di sodio*
HCl	sostituendo H con Ca	$CaCl_2$
*acido clor-***idrico**		*clor-***uro** *di calcio*
H_2S	sostituendo H_2 con Mg	MgS
*acido solf-***idrico**		*solf-***uro** *di magnesio*

Per la nomenclatura: il primo nome è dato dal nome del metalloide al quale si aggiunge la desinenza *-uro*.

I sali, poiché si possono supporre come derivati dalla reazione di un acido con un idrato, non dovrebbero manifestare alcuna reazione, dovrebbero essere cioè *neutri*. In realtà, però manifestano quali più quali meno reazione acida o basica a seconda che dei due componenti da cui derivano è più energico l'acido o la base (idrato, ossido); così il cloruro di calcio ($CaCl_2$) è un sale con leggera reazione acida perché l'HCl è più energico di quanto non lo sia il $Ca(OH)_2$; mentre il solfuro di sodio (Na_2S) è un sale con leggera reazione basica perché NaOH è una base più energica di quanto non lo sia l'H_2S (acido solfidrico).

Dei casi di veri *sali acidi* si parlerà in seguito (1).

3. **Breve elenco dei principali composti** che avremo occasione di vedere singolarmente in seguito ma di cui è opportuno conoscere fin d'ora le formule grezze e di struttura.

Ossidi

K_2O	$\begin{matrix}K\\K\end{matrix}\!\!>\!O$	ossido di potassio
Na_2O	$\begin{matrix}Na\\Na\end{matrix}\!\!>\!O$	» » sodio
CaO	Ca=O	» » calcio
MgO	Mg=O	» » magnesio
Al_2O_3	$\begin{matrix}Al{=}O\\ \quad\;\; >O\\ Al{=}O\end{matrix}$	» » alluminio
Fe_2O_3	$\begin{matrix}Fe{=}O\\ \quad\;\; >O\\ Fe{=}O\end{matrix}$	» » ferro

(1) Ogni corpo minerale ha due nomi: uno è quello chimico, in rapporto alla sua costituzione chimica; l'altro è il nome mineralogico. Così il minerale *calcite*, chimicamente chiamasi *carbonato di calcio* perché la sua formula è $CaCO_3$.

Idrati

KOH	$K—OH$	idrato di	potassio
$NaOH$	$Na—OH$	»	» sodio
$Ca(OH)_2$	$Ca(OH)_2$	»	» calcio
$Mg(OH)_2$	$Mg(OH)_2$	»	» magnesio
$Al(OH)_3$	$Al(OH)_3$	»	» alluminio
$Fe(OH)_3$	$Fe(OH)_3$	»	» ferro

Anidridi

SO_2	SO_2	anidride	solforosa
SO_3	SO_3	»	solforica
CO_2	CO_2	»	carbonica
N_2O_5	N_2O_5	»	nitrica
P_2O_3	P_2O_3	»	fosforosa
P_2O_5	P_2O_5	»	fosforica

Acidi

H_2SO_3	$O=S\begin{matrix}OH\\OH\end{matrix}$	acido solforoso
H_2SO_4	$\begin{matrix}O\\O\end{matrix}\!\!\gg S\begin{matrix}OH\\OH\end{matrix}$	» solforico
H_2CO_3	$O=C\begin{matrix}OH\\OH\end{matrix}$	» carbonico
HNO_3	$\begin{matrix}O\\O\end{matrix}\!\!\gg N-OH$	» nitrico
H_3PO_3	$P\begin{matrix}OH\\OH\\OH\end{matrix}$	» fosforoso
H_3PO_4	$O=P\begin{matrix}OH\\OH\\OH\end{matrix}$	» fosforico
HCl	$H-Cl$	» cloridrico
H_2S	$\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\!\!\gg S$	» solfidrico.

Sali

KCl	$K-Cl$	cloruro di potassio
$CaCl_2$	$Ca\begin{matrix}Cl\\Cl\end{matrix}$	» » calcio
$AlCl_3$	$Al\begin{matrix}Cl\\Cl\\Cl\end{matrix}$	» » alluminio
K_2S	$\begin{matrix}K\\K\end{matrix}\!\!\gg S$	solfuro di potassio
CaS	$Ca=S$	» » calcio
K_2SO_3	$O=S\begin{matrix}OK\\OK\end{matrix}$	solfito di potassio
$CaSO_4$	$\begin{matrix}O\\O\end{matrix}\!\!\gg S<\begin{matrix}O\\O\end{matrix}\!\!>Ca$	solfato di calcio
Na_2CO_3	$O=C\begin{matrix}ONa\\ONa\end{matrix}$	carbonato di sodio
$NaNO_3$	$\begin{matrix}O\\O\end{matrix}\!\!\gg N-ONa$	nitrato di sodio
K_3PO_3	$P\begin{matrix}OK\\OK\\OK\end{matrix}$	fosfito di potassio
Na_3PO_4	$O=P\begin{matrix}ONa\\ONa\\ONa\end{matrix}$	fosfato di sodio

Ecco invece uno schema delle derivazioni dei singoli:

$K_2O + H_2O \Rightarrow 2KOH$ $\qquad$ $SO_2 + H_2O \Rightarrow H_2SO_3$

ossido di pot. idrato di pot. anidr. solforosa acido solforoso

$$2K\overline{\left|\overline{OH + H_2}\right|}SO_3 \Rightarrow K_2SO_3 + 2H_2O$$

idrato di pot. acido solforoso solfito di pot.

$CaO + H_2O = Ca(OH)_2$ $\qquad$ $SO_3 + H_2O \Rightarrow H_2SO_4$

ossido di calcio idrato di calcio anidride solforica acido solforico

$$Ca\overline{\left|\overline{(OH)_2 + H_2}\right|}SO_4 \Rightarrow CaSO_4 + 2H_2O$$

idrato di calcio acido solforico solfato di calcio

$Fe_2O_3 + 3H_2O = 2Fe(OH)_3$ $\qquad$ $CO_2 + H_2O \rightleftharpoons H_2CO_3$

ossido di ferro idrato di ferro anidride carbonica acido carbonico

$$2Fe\overline{\left|\overline{(OH)_3 + 3H_2}\right|}CO_3 \Rightarrow Fe_2(CO_3)_3 + 6H_2O$$

idrato di ferro acido carbonico carbonato di ferro

CAPITOLO VIII.

Le leggi fondamentali della chimica

Le leggi e i princìpi fondamentali della chimica, che in parte abbiamo già intravisto, sono le seguenti.

1. - **LEGGE DELLA CONSERVAZIONE DELLA MASSA,** o di *Lavoisier,* già vista sopra, e che viene così enunciata « *In ogni trasformazione chimica non si ha mutamento di massa* ». Il peso complessivo dei corpi messi a reagire è uguale al peso complessivo dei corpi ottenuti; varierà il numero e la qualità delle molecole, ma non varia il numero e la qualità degli atomi; in una reazione perciò, sotto questo aspetto, si ha solo una trasposizione degli stessi atomi a costituire corpi diversi.

2. - **LEGGE DELLE PROPORZIONI DEFINITE,** o di *Proust,* che possiamo così enunciare « *In ogni composto, il rapporto tra i pesi degli elementi componenti è costante* ». Così per formare 18 gr. di H_2O sono necessari e sufficienti 16 gr. di O e 2 di H; il rapporto tra 16 e 2 è 8, e tale rapporto si mantiene qualunque sia la quantità d'acqua che si vuole ottenere; per ottenere, ad esempio, 90 gr., saranno necessari e sufficienti: 80 di O e 10 di H; ecc. Anche se abbiamo a disposizione una maggiore quantità solo dell'uno o solo dell'altro, la rimanenza non si può combinare. Ed è in questo che consiste una delle differenze tra combinazioni chimiche e miscugli, i quali invece possono avvenire riunendo quantità le più diverse di componenti.

Diamo altri esempi: nel cloruro di sodio (NaCl) il rapporto ponderale costante tra cloro e sodio è di $\frac{35,5}{23}$ (35,5 di cloro per 23 di sodio); nell'anidride carbonica (CO_2) il rapporto ponderale costante tra ossigeno e carbonio è di $\frac{32}{12}$ cioè $\frac{8}{3}$ (8 di ossigeno per 3

di carbonio); nell'anidride solforosa (SO_2) il rapporto ponderale è pi $\frac{32}{32}$ e cioè di 1 (1 di zolfo per 1 di ossigeno).

3. - **LEGGE DELLE PROPORZIONI MULTIPLE,** o di *Dalton,* che possiamo così enunciare « *Quando due elementi si uniscono per formare più composti, ad un peso fisso di un elemento corrispondono pesi multipli dell'altro elemento* ».

Ecco alcuni esempi:

1. L'N si può combinare con l'O per formare numerosi composti (ossidi e anidridi), nel primo dei quali il rapporto ponderale è 28 di N per 16 di O; se negli altri si suppone di far rimanere fisso il peso 28 dell'azoto, i pesi dell'ossigeno saranno: 32, 48, 64, 80; e cioè, schematicamente:

28 di N con	16	(16×1)	di O	formando i composti:	N_2O	cioè	N_2O	protossido di azoto
	32	(16×2)	»		N_2O_2	»	NO	biossido di azoto
	48	(16×3)	»		N_2O_3	»	N_2O_3	anidride nitrosa
	64	(16×4)	»		N_2O_4	»	NO_2	ipoazotide
	80	(16×5)	»		N_2O_5	»	N_2O_5	anidride nitrica

2. L'H si può combinare con l'O per formare due composti, secondo questo schema:

2 di H con	16	(16×1)	di O	formando i composti:	H_2O	acqua (= protossido di idrogeno)
	32	(16×2)	»		H_2O_2	acqua ossigenata (= biossido di idrogeno).

4. - **LEGGE DEI VOLUMI,** o di *Gay Lussac,* che possiamo così enunciare: « *Quando due elementi gassosi si combinano, il rapporto tra i loro volumi è sempre molto semplice e se anche il composto è gassoso è pure semplice il rapporto tra il suo volume e quello di ciascuno dei componenti.*

Ecco alcuni esempi:

1 Vol. H + 1 Vol. Cl = 2 Vol. HCl (gas).
2 Vol. H + 1 Vol. O = 2 Vol. H_2O (vapore).
3 Vol. H + 1 Vol. N = 2 Vol. NH_3 (ammoniaca, gas).

Da cui si vede la grande semplicità dei tre rapporti:
1:1:2 2:1:2 3:1:2

5. - **PRINCIPIO-IPOTESI DI AVOGADRO.** — È il principio fondamentale su cui si basa la teoria atomico-molecolare, e si può esprimere in questi termini: « *Volumi eguali di differenti gas, nelle stesse condizioni di temperatura e di pressione, contengono lo stesso numero di molecole* ». Se ne deduce:

1) che **molecole** e **volume** si possono considerare come sinonimi; così le tre equazioni volumetriche viste sopra si possono scrivere sotto quest'altra forma propriamente chimica:

$$H_2 + Cl_2 \longrightarrow 2HCl$$

1 mol. (=1 vol.) di H_2 + 1 mol. (= 1 vol.) di Cl_2 = 2 mol. (=2 vol.) di HCl

$$2H_2 + O_2 \longrightarrow 2H_2O$$

$$3H_2 + N_2 \longrightarrow 2NH_3$$

2) che il rapporto tra i pesi di volumi eguali di due gas è uguale al **rapporto tra i pesi delle rispettive molecole.** E perciò il peso molecolare relativo dei corpi gassosi, riferendoci sempre al valore convenzionale 2 della molecola d'idrogeno, è dato dal doppio della sua densità rispetto all'idrogeno. Applicando questo metodo ad es. per l'ossigeno, il cloro, l'anidride carbonica, l'ammoniaca, si sono trovati i valori corrispondenti 32, 71, 44, 17 i quali perciò indicano che ogni molecola di O, Cl, CO_2 e NH_3 pesa rispettivamente 32 volte, 71 volte, 44 volte, 17 volte il peso di un atomo di idrogeno.

Con ingegnosi metodi, matematici e sperimentali, si è così potuto determinare le velocità molecolari dei vari gas, i volumi occupati *effettivamente* dalle singole molecole e le loro masse, ed anche il numero delle molecole in un dato volume gassoso.

E se i risultati sono abbastanza sorprendenti, non perciò sono meno *veri*.

Le velocità molecolari risultano ad es. per l'H_2, a 0°. di m. 1843 al secondo (e cioè quattro volte circa quella di una palla da cannone) e per l'anidride carbonica, pure a 0°, di m. 492.

Le molecole, animate da queste *enormi velocità* (che risultano maggiori per i gas più leggeri) non si possono però muovere in una sola direzione ed, anzi, le direzioni cambiano continuamente per i continui urti che devono avvenire fra le molecole stesse e i conseguenti rimbalzi; le *libere escursioni medie* sono brevissime e ad es. per l'ossigeno si è calcolato che una molecola, prima d'incontrarne un'altra, percorre in media cm. 0,000.0096.

Ecco il valore ottenuto per i raggi di alcune molecole, *supposte sferiche*:

per l'idrogeno	il raggio	di	una	molecola	$= 2{,}56 \times 10^{-8}$ cm.
per l'ossigeno	»	»	»	»	$= 3{,}38 \times 10^{-8}$ cm.
per il cloro	»	»	»	»	$= 5{,}04 \times 10^{-8}$ cm.

Quindi i raggi molecolari si misurano in *decimilionesimi di millimetro* oppure in *decimillesimi di micron*.

Se noi avessimo una goccia d'acqua del diametro di 3 mm., le molecole starebbero ad essa nello stesso rapporto che un piccolo arancio sta alla Terra.

La massa dell'atomo d'idrogeno sta a quella di un grammo, all'incirca come quella di 3 kg. sta a quella della Terra.

Conosciuti i volumi molecolari si sono potuti calcolare i numeri delle

molecole in un dato volume di gas in determinate condizioni di temperatura e pressione; ed il numero delle molecole contenute in circa litri 22,4 è sempre di

$$61 \times 10^{22} = N$$

Questo numero N è detto *numero di Avogadro* e per formarci una idea di esso possiamo calcolare il tempo necessario per contarlo supponendo di poter contare *un'unità per secondo*: occorrerebbero 19 *bilioni di millenni.*

Da questi valori è facile calcolare i pesi effettivi delle singole molecole ed atomi.

Ad es. il peso dell'atomo di idrogeno il cui grammo atomo è gr. 1 (non però esattamente, è invece gr. 1,008) è dato da:

$$\frac{\text{gr. } 1}{N} = \text{gr. } \frac{1}{61 \times 10^{24}} = \text{gr. } 0{,}0163 \times 10^{-22} = \text{gr. } 1{,}63 \times 10^{-24}$$

e cioè l'atomo di idrogeno deve pesare poco più di *un quadrimilionesimo di un grammo e mezzo.*

*

Come già si è detto in principio i corpi studiati dalla chimica si possono raggruppare in due grandi categorie: *inorganici* e *organici.*

Dovendo ora esaminare partitamente le due classi, incominceremo lo studio dai corpi inorganici.

PARTE II.

CHIMICA INORGANICA

CAPITOLO IX.

Aria

1. - **ARIA.** — L'aria era ritenuta dagli antichi uno dei quattro elementi (aria, acqua, terra, fuoco) fondamentali costitutivi di tutti i corpi. Si deve a Lavoisier la definitiva dimostrazione che l'aria non era un elemento bensì una miscela di gas diversi.

Tale chiara dimostrazione fu data dal Lavoisier con una classica esperienza che durò parecchi giorni e che consistette nel riscaldare del mercurio contenuto in una *storta* il cui collo ricurvo andava a terminare sotto una campana di vetro la quale era capo-

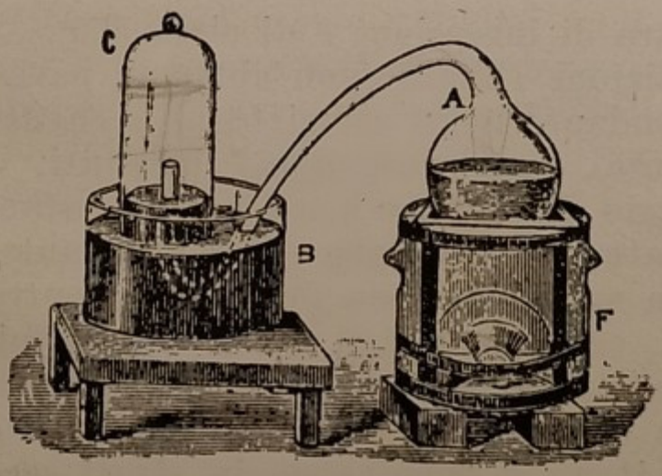


Fig. 31. — Esperienza di Lavoisier sulla composizione dell'aria. - F, fornello; A, storta col mercurio; B, bagno a mercurio; C, campana contenente aria.

volta su altro mercurio posto in una vaschetta: in tal modo mentre il mercurio della storta si ricopriva di una polvere rossa, quello della vaschetta — spinto dalla pressione atmosferica — saliva nella campana, e l'innalzamento si arrestò quando — pur continuando a riscaldare — era scomparso circa 1/5 del volume dell'aria già contenuta nella storta e nella campana. Il Lavoisier chiamò *azoto* la parte di aria rimasta, provando che essa non manteneva né la combustione né la respirazione.

Dalla polvere rossa — riscaldata a temperatura più elevata in altra storta — riottenne poi esattamente quel quinto di aria, *apparentemente* scomparsa, che chiamò *ossigeno;* e riottenne pure il mercurio che, aggiunto a quello rimasto nella storta, corrispondeva a tutto quello che vi era stato posto prima.

Con questa esperienza dimostrò così per primo che l'aria atmosferica è costituita principalmente per circa 1/5 di ossigeno e per circa 4/5 di azoto.

Ulteriori esperienze, condotte con metodi sempre più rigorosi, hanno permesso di stabilire con maggior precisione che l'aria normale è un miscuglio avente la seguente composizione:

azoto	in peso 75,5 %	in volume 78,1 %
ossigeno	» 23,1 %	» 20,9 %
argo ed altri elementi detti *gas rari*	» 1,3 %	» 0,94 %
anidride carbonica	» 0,04 %	» 0,03 %
vapore acqueo	in quantità molto variabile	

La esperienza di Lavoisier può essere rappresentata dalla seguente equazione chimica, già a suo tempo vista a proposito delle *reazioni reversibili*:

$$Hg + O \rightleftharpoons HgO$$

La temperatura di inversione è di circa 350°.

Nella composizione chimica non abbiamo parlato del *pulviscolo atmosferico,* abbondante negli strati bassi e costituito di particelle terrose polverulente, di microrganismi incistati, di spore, ecc.; è visibile in un raggio di sole che passi per una stanza oscura.

Il miscuglio atmosferico è più o meno costante fino a 10-15 km. di altezza; più in su viene meno l'ossigeno mentre aumenta l'N e, più in su ancora, compare l'H il quale a maggiori altezze diventa poi l'unico costituente. Si parla perciò d'una *troposfera,* più bassa, in cui i gas sono mescolati in rapporto alquanto costante, e d'una *stratosfera,* dove i gas si dispongono in strati secondo il loro peso specifico.

L'aria, nonostante la sua composizione quasi costante, è un **miscuglio** e non una combinazione chimica perché:

1°) i componenti vi mantengono *inalterate* le rispettive proprietà;

2°) nell'evaporazione dell'aria liquida i due gas essenziali si svolgono separatamente (prima N e poi O).

2. - **ARIA LIQUIDA.** — L'*aria liquida* è ottenuta con la macchina Linde per ripetute compressioni a 200 atmosfere ed espansioni che servono a raffreddare a temperature sempre più basse (fino a —190°) parte dell'aria compressa: è un liquido azzurrognolo che si

conserva in recipienti di vetro a doppia parete, col vuoto nell'intercapedine. Immergendovi un fiore, un frutto, un pezzo di carne, vengono pietrificati e riducibili in fine polvere; un tizzone acceso vi brucia con grandissima vivacità, il piombo vi acquista la durezza dell'acciaio e una sonorità argentina, il mercurio vi congela, la conducibilità dei metalli vi aumenta, ecc.

La liquefazione avviene meglio se si è avuto cura di liberare prima l'aria del vapor acqueo e della CO_2; in tal modo l'aria liquida è essenzialmente costituita da ossigeno, azoto e gas rari.

Lasciando evaporare l'aria liquida si ottengono separatamente, a temperature diverse, l'ossigeno, l'azoto e i gas rari.

Serve come esplosivo e per ottenere ossigeno (per ammalati, per produzione di acido nitrico sintetico, per fiamma ossidrica e ossiacetilenica), azoto (per ammoniaca e acido nitrico sintetici, per calciocianamide, ecc.) e gas rari di cui ora vediamo.

3. - **GAS RARI.** — Si chiamano *gas rari* o *gas nobili* 5 gas contenuti in minime quantità nell'aria, in maggior quantità in alcune emanazioni vulcaniche, *zerovalenti,* che sono:

l'**argon** (Ar), usato per riempire lampadine elettriche;

il **neon** (Ne), il **cripton** (Kr), lo **xenio** (X) e

l'**elio** (He). L'elio è il più importante di tutti ed alquanto abbondante nei soffioni boraciferi. Venne scoperto prima nel Sole (con l'analisi spettroscopica) e solo quindici anni dopo anche sulla Terra. Ha un basso peso atomico (4) e bassissimo peso specifico per cui trova spesso impiego in aeronautica (dirigibili, palloni) non essendo, tra l'altro, infiammabile, ed essendo poco diffusibile. Gli S. U. A. sono i maggiori produttori.

CAPITOLO X.

Acqua e acqua ossigenata

1. - ACQUA H_2O.

1. **Stato naturale.** — È il composto più diffuso sulla Terra dove trovasi nei tre stati di: aeriforme, liquido e solido.

Aeriforme, nell'aria, sotto forma di vapor acqueo da cui, per condensazione, deriva la rugiada, la pioggia, ecc.;

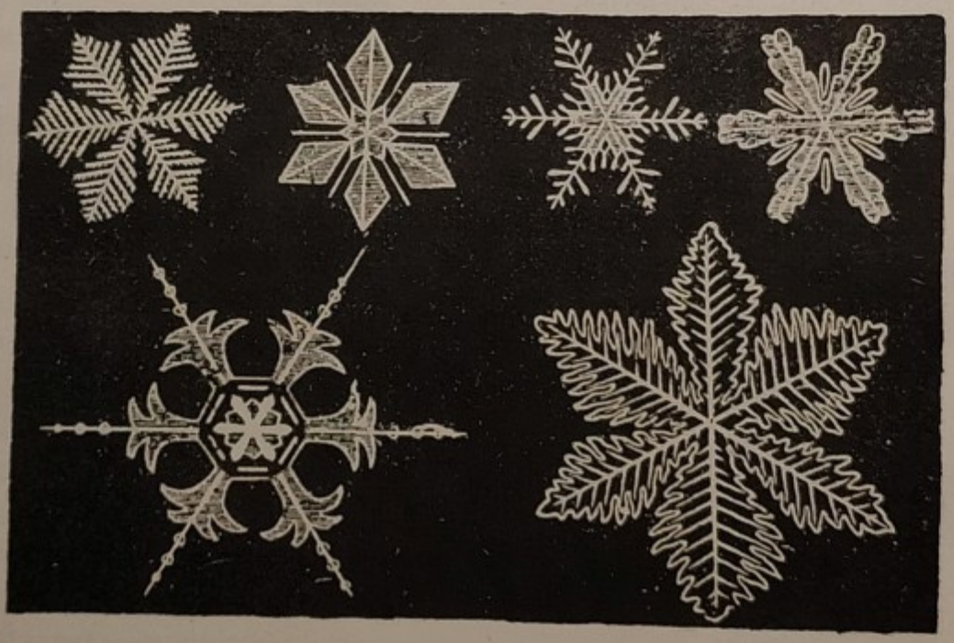


Fig. 32. — Cristalli di brina.

liquida, nei mari, laghi, fiumi; inoltre nei tessuti animali e vegetali;

solida, nei ghiacciai o, sotto forma di neve, di grandine e di brina (bellissimi cristalli esagonali).

2. **Distillazione dell'acqua.** — Le acque naturali contengono le sostanze solubili dei terreni che hanno attraversato e l'acqua chimicamente pura si ottiene ordinariamente per *distillazione.*

L'apparecchio che si adopera è detto, con nome derivato dall'arabo, *alambicco;* l'acqua da distillare si riscalda in una caldaia C, detta *cucurbita,* ed il vapore, innalzandosi, trova la via attraverso un tubo ricurvo dal quale passa nel tubo a *serpentino* S; e trovandosi questo in un recipiente *refrigerante* F nel quale si fa circolare dell'acqua fredda, il vapore si condensa e da un grande volume di esso si ottengono piccole quantità di acqua liquida che *a stilla a stilla* va a cadere nel sottostante recipiente.

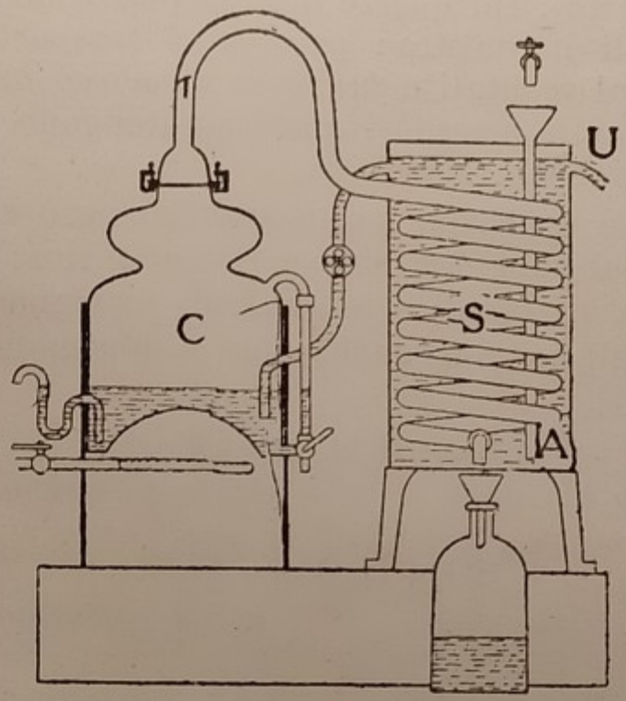


Fig. 33. — Alambicco per distillazione dell'acqua.

La distillazione, oltre che a separare un liquido dalle *sostanze che tiene disciolte,* serve anche a separare un liquido *da un altro meno volatile* e tale è il caso della separazione dell'alcool dai liquidi alcoolici.

Un'acqua distillata naturalmente si dovrebbe avere nella pioggia, ma anche questa contiene sempre piccole quantità di impurità diverse, soprattutto d'azoto.

3. **Proprietà.** — A temperatura ordinaria è un liquido (= il liquido per eccellenza tant'è vero che il volgo invece di dire liquido dice *acqua;* così dice: *acqua-vite* alla grappa, *acqua-forte* all'acido nitrico, *acqua ragia* all'essenza di trementina, *acqua di tutto cedro* al liquore del cedro, *vodka* [= acqua], *Kirschwasser* [= acqua di ciliege] al liquore di ciliege, ecc.). È incolore, solo in forti spessori assume colore azzurro o verdastro.

Venne presa come corpo fondamentale in molte misure:

un cmc. corrisponde a un grammo; vennero chiamati convenzionalmente 100° e 0° le sue temperature di ebollizione e di fusione.

Caratteristico è il suo comportamento alle temperature diverse:

a partire da 0°, riscaldata diminuisce di volume fino a +4° per poi ancora aumentare, quindi la sua massima densità è a +4°. Perciò, poiché l'acqua congela con aumento di volume, il ghiaccio viene a galleggiare su essa e ciò impedisce il completo congelamento dei mari polari, e se il congelamento avviene nelle fessure delle rocce queste vengono frantumate.

Spiccatissimo il suo potere *solvente* ed elevato è il suo *calore specifico* (cioè si riscalda più lentamente e si raffredda più lentamente di tutti gli altri corpi). Da queste due proprietà derivano le sue due azioni fondamentali in natura: *veicolo di trasporto* delle sostanze saline dal terreno ai vegetali e *funzione termoregolatrice* soprattutto dove trovasi in grandi masse (i mari mantengono temperature più costanti che i continenti).

Chimicamente è un corpo molto stabile; però riscaldata a circa 1200° si dissocia nei suoi due elementi costitutivi: idrogeno e ossigeno. Reagisce con gli ossidi e le anidridi formando così rispettivamente gli idrati e gli acidi ternari, come a suo tempo si è visto

$$\underset{\textit{ossido di calcio}}{CaO} + H_2O \Longrightarrow \underset{\textit{idrato di calcio}}{Ca(OH)_2}$$

$$\underset{\textit{anidride solforica}}{SO_3} + H_2O \Longrightarrow \underset{\textit{acido solforico}}{H_2SO_4}$$

4. - **LE ACQUE NATURALI.** — Le acque naturali non marine si distinguono in minerali e potabili.

1. Le *acque* si dicono **minerali** quando per la qualità dei sali disciolti hanno qualità terapeutiche (per uso interno ed esterno) e si dicono *termali* se hanno temperature elevate (fino a 90°-100°; Campi Flegrei). Si distinguono in *acidule* (per CO_2 libera), *alcaline* ($NaHCO_3$), *saline* (per NaCl), *purgative* ($MgSO_4$), *bromo-iodurate, ferruginose, arsenicali, litiose* (S. Pellegrino), *solfuree* (puzza di uova fradice per H_2S). Si chiamano *ipomineralizzate* quelle che presentano un minimo di residuo salino.

Le acque minerali si distinguono pure in *medicinali* e *da tavola* e si preparano anche artificialmente sciogliendo nell'acqua le dosi di sali secondo i tipi; in bottiglie (accuratamente sterilizzate, con tappo etichettato a fuoco) sono oggetto di importante commercio.

2. Una buona **acqua potabile** deve essere *limpida* e *trasparente, inodora, fresca*, di *sapore gradevole*. La limpidezza e trasparenza sono buon indizio che non vi sono sostanze in sospensione; quando le sostanze saline sciolte sono eccessive le acque si dicono *dure* e non sono adatte nemmeno per vari usi industriali a meno che non ven-

gano prima opportunamente corrette: la durezza delle acque è dovuta specialmente a sali di calcio; le acque dure non *sciolgono bene il sapone* e non *cuociono bene i legumi.*

L'essere inodora dà buona garanzia che non avvengano in essa alterazioni e sviluppo di gas che indicherebbero inquinamento. Il mantenersi fresca nonostante il variare delle stagioni, indica la provenienza da strati sufficientemente profondi e che non è stata in contatto con sostanze in putrefazione; d'altra parte un'acqua troppo calda sarebbe anche poco aerata e non disseterebbe, mentre l'acqua troppo fredda ostacola la regolarità della digestione. Il sapore gradevole è pure buon indizio, ed è inesatto dire che l'acqua non ha sapore: chi assaggia una nuova acqua sente subito che il suo sapore è diverso di quello dell'acqua che ha bevuto abitualmente.

Le buone acque potabili, di sorgente, hanno subìto una naturale filtrazione e depurazione attraverso il terreno, ma per le acque dei fiumi la filtrazione si fa avvenire artificialmente attraverso banchi di sabbia e di carbone; ed in piccolo può venir fatta dagli utenti con tubi di porcellana porosa. Ad evitare inoltre la presenza di batteri o altri microorganismi patogeni, l'acqua viene fatta attraversare da correnti di ozono il quale ha azione ossigenante e disinfettante.

5. - **ELETTROLISI DELL'ACQUA.** — Per conoscere la composizione dell'acqua è necessario eseguirne l'*analisi;* questa viene effettuata normalmente utilizzando un apparecchio detto *Voltametro* (così chiamato in onore di Volta che nel 1800 inventò il primo apparecchio capace di sviluppare la corrente elettrica) nel quale l'energia utilizzata è quella elettrica.

Il voltametro nella sua forma più semplice e più comune consiste in un vaso di vetro dal cui fondo si sollevano due distinte laminette di platino, dette *elettrodi,* ciascuna delle quali è il capo di un filo che proviene da una pila. Chiamasi *càtodo* quella che fa capo al polo negativo, *ànodo* quella che fa capo al polo positivo (in ognuno dei tre termini visti è incluso il vocabolo *odòs* = strada, e perciò è incluso il concetto di movimento). Lo si riempie parzialmente di acqua acidulata con gocce di HCl o di H_2SO_4 e sopra ogni elettrodo si capovolge una provetta piena d'acqua. Se si chiude il circuito della pila si vedrà presso gli elettrodi svolgersi numerose bollicine di gas che, salendo per la provetta, spostano l'acqua occupandone perciò il posto. Interrompendo dopo un certo tempo l'operazione, notiamo che lo spazio occupato dal gas al catodo è doppio di quello all'anodo; concluderemo dunque che l'acqua (che intanto è leggermente diminuita di livello) è costituita di due gas, uno in volume doppio dell'altro.

Dall'esame di quei due gas, risulta che sono diversi e che quello in volume doppio è idrogeno e l'altro è ossigeno. Concluderemo di-

cendo che un volume d'acqua è costituito di due volumi di idrogeno e di uno di ossigeno: è cioè valida la equazione chimica:

$$2H_2O \Longrightarrow 2H_2 + O_2$$
$$2 \text{ vol. di } H_2O \qquad 2 \text{ vol. di } H_2 + 1 \text{ vol. di } O$$

Il fenomeno non avviene se non si ha cura di acidulare l'acqua; perché in realtà il fenomeno è avvenuto per intervento dell'acido, in questo modo. Per quanto vedremo in seguito, l'H_2SO_4 (se si è preso

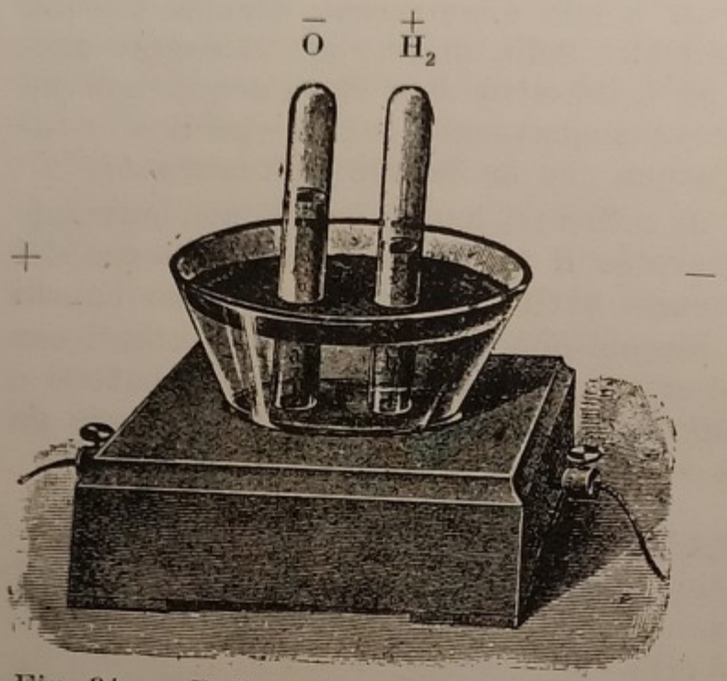


Fig. 34. — Voltametro usato per l'analisi dell'acqua: si ottengono due volumi di H e un sol volume di O.

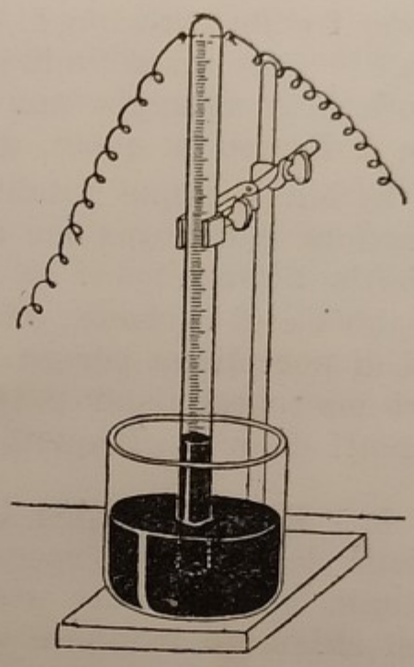


Fig. 35. — Eudiometro usato per la sintesi dell'acqua: avvenuta la scarica nel tubo contenente $2H_2$ e $1O_2$, si ottengono $2H_2O$ (contrazione di volume) e perciò il mercurio della bacinella sale nel tubo per occupare lo spazio rimasto vuoto.

acido solforico) sciolto nell'acqua risulta spontaneamente scisso in H_2 e SO_4; al passaggio della corrente *H_2 va al càtodo* (polo negativo) e SO_4, rimasto libero, scinde l'H_2O in $H_2 + O$; allora *O va all'ànodo* (polo positivo) e subito dopo H_2 va al catodo e così di seguito.

La controprova della composizione volumetrica dell'acqua è data dalla *sintesi*: unendo (in un eudiometro) in condizioni opportune 2 vol. di H e 1 vol. di O, con una scarica elettrica si può obbligarne la loro combinazione con formazione di 2 vol. di vapor acqueo. Se avessimo preso H e O in un rapporto diverso che 2:1, avremo avuto un residuo di uno dei due elementi non combinato.

Anche attraverso queste esperienze abbiamo dunque visto avverarsi la **legge dei volumi** o di Gay Lussac, già esaminata ed espressa

più sopra in questi termini: « *Quando due elementi gassosi si combinano, il rapporto tra i loro volumi è sempre molto semplice, e se anche il composto è gassoso, è pure semplice il rapporto tra il suo volume e quello di ciascuno dei componenti* ».

Da questa legge è sorta poi l'*ipotesi di Avogadro* già espressa più sopra in questo modo: « *Volumi eguali di differenti gas, nelle stesse condizioni di temperatura e di pressione, contengono lo stesso numero di molecole* ».

6. - **COMPOSIZIONE IN PESO DELL'ACQUA.** — La *composizione volumetrica* dell'acqua, abbiamo visto essere:

$$2 \text{ vol. d'H} + 1 \text{ vol. di O} = 2 \text{ vol. d'H}_2\text{O}$$

Per trovare la *composizione ponderale*, cioè in peso, basta ricordare la composizione volumetrica e ricordare che la molecola di ossigeno pesa 16 volte più della molecola dell'idrogeno; avremo cioè:

$$2 \text{ parti in peso di H} + 16 \text{ di O} = 18 \text{ di H}_2\text{O}$$

Il rapporto ponderale sarà cioè sempre 1:8.

Quindi per sapere quanti grammi di H e O occorrono per produrre gr. 100 di H_2O, basterà risolvere le due proporzioni:

2	:	18	=	x	:	100	
peso dell'ossigeno in una molecola di acqua (= 18)		peso della molecola dell'acqua		peso dell'H in gr. 100 di acqua		$x = \frac{100 \cdot 2}{18}$	= gr. 11 di H
16	:	18	=	y	:	100	
peso dell'idrogeno in una molecola di acqua (= 18)		peso della molecola dell'acqua		peso dell'O in gr. 100 di acqua		$y = \frac{100 \cdot 16}{18}$	= gr. 89 di O

Poiché il rapporto in peso tra i due costituenti dell'acqua si ritrova rigorosamente costante possiamo qui ricordare l'enunciato della legge **delle proporzioni definite** o di Proust visto più sopra: « *In ogni composto il rapporto tra i pesi degli elementi componenti è costante* ».

7. - **DISSOCIAZIONE ELETTROLITICA: BASI, ACIDI, SALI.** — Quando un corpo composto è sciolto in acqua parrebbe ovvio pensare che nell'acqua il disgregamento di quel corpo giunga solo fino alle molecole; si deve invece ammettere che solo una parte si mantenga allo stato molecolare, mentre molte altre molecole vengono scisse in un certo numero di parti che si chiamano **ioni**.

Così l'acido cloridrico sciolto in acqua non ha più la formula della molecola completa; molte delle sue molecole esistono invece suddivise nei due ioni H e Cl, i quali non sono atomi bensì solo

frammenti di molecole con proprietà diverse dagli atomi puri e semplici perché agiscono come fossero carichi di elettrciità. In particolare vi sono ioni che sollecitati dal passaggio della corrente vanno al polo positivo (il che vuol dire che sono dotati di attività negativa) e questi si chiamano **an-ioni** (perché chiamasi *ánodo* il polo positivo) e si indicano con il segno —; tale è il Cl.

Vi sono altri ioni, invece, che vanno al polo negativo (sono cioè dotati di attività positiva), e questi si chiamano **cationi** (perché chiamasi *cátodo* il polo negativo); e si indicano con il segno +; tale è l'H.

Quindi la formola dell'HCl in soluzione sarà per una sua parte H+Cl—; quella dell'H_2SO_4 sarà H_2+SO_4—; quella del KOH (idrato di sodio) sarà K+OH—; quella dell'NaCl (cloruro di sodio o sal di cucina) sarà Na+Cl—; la stessa H_2O è, almeno per una minima parte delle sue molecole, H+OH—. Tale fenomeno chiamasi **dissociazione elettrolitica.**

Questa concezione ci conduce alla spiegazione di due notevoli fatti:

1°) *la conducibilità elettrica delle soluzioni aumenta con l'aumentare del grado di dissociazione* (del numero delle molecole dissociate in *-ioni*); è per questo che l'acqua, pochissimo dissociata, è anche pochissimo conduttrice;

2°) le *reazioni* fondamentali di corpi inorganici (basi, acidi, sali) sono in rapporto diretto con la dissociazione degli stessi corpi; così una base (NaOH) non dà alcuna reazione fin che è secca (ánidra = senza acqua); ma la reazione si manifesta appena venga sciolta, e maggiore è la dissociazione (dipendente dalla natura del corpo e dalla diluizione) e maggiore sarà il grado di basicità; altrettanto dicasi dell'H_2SO_4 che non ha alcuna reazione acida fin che è anidro.

L'ione caratteristico delle basi è OH—, e quello caratteristico degli acidi è H+.

In una soluzione di H_2SO_4, una parte delle sue molecole sono così dissociate

H +OH— (acqua)

H_2+SO_4— (acido solforico).

Si comprende perciò, dato il prevalere di H+, la reazione *acida*.

NB. — Nella descrizione d'ogni corpo, gli argomenti trattati verranno generalmente svolti in questo ordine:

1°) *Stato naturale*, cioè come trovasi in natura (allo stato libero e in combinazione).

2°) *Preparazione*, cioè metodi con cui quel corpo può essere preparato;

3°) *Proprietà*, cioè proprietà fisiche, chimiche, ecc.

4°) *Usi*, i quali sono in rapporto alle proprietà.

In una soluzione di NaOH una parte delle sue molecole sono così dissociate:

$H^+ + OH^-$ (acqua)
$Na^+ + OH^-$ (idrato di sodio).

Si comprende perciò, dato il prevalere di OH^-, la reazione *basica* che presenta.

In una soluzione di NaCl (sale neutro), una parte delle sue molecole sono così dissociate:

$Na^+ + Cl^-$ (cloruro di sodio)
$H^+ + OH^-$ (acqua).

si comprende perciò la reazione nulla (= *neutra*) che i sali presentano.

8. - ACQUA OSSIGENATA H_2O_2.

Stato naturale. — Trovasi nell'aria dopo forti scariche elettriche. Se H_2O è protossido di idrogeno, H_2O_2 è biossido di idrogeno.

Preparazione. — Si ottiene trattando a freddo (= a temperatura ordinaria) il biossido di bario con acido solforico diluito:

$$BaO_2 + H_2SO_4 \Rightarrow BaSO_4 + H_2O_2$$

biossido di bario *acido solforico* *solfato di bario*

E cioè il Ba (bivalente) ha preso il posto degli H_2 e questi si sono riuniti agli O_2.

Proprietà. — Liquido sciropposo, incolore, inodore; è poco stabile perché lascia facilmente in libertà un atomo di ossigeno tendendo a diventare H_2O; è quindi un energico ossidante. Sarà opportuno ricordare che se un corpo è ossidante è anche: *decolorante*, *disinfettante* (uccide i microorganismi patogeni) e spesso anche *esplodente* (in causa della sua instabilità). In generale sono ossidanti quei corpi che posseggono abbondante ossigeno: e questo è il caso dell'H_2O_2.

Usi. — Per le sue proprietà ossidanti serve: per il candeggio dei tessuti fini, dell'avorio, ecc.; come disinfettante in sostituzione vantaggiosa dell'alcool che necrotizza troppo i tessuti; per la pulizia dei denti e per dare il color biondo ai capelli; inoltre per ravvivare il colore dei quadri antichi. Infatti un tempo erano molto usati i colori alla biacca (carbonato di piombo); negli ambienti un po' chiusi, la biacca, sotto la debole ma diuturna attività dell'acido solfidrico (H_2S), si è trasformata in solfuro di piombo (PbS) che essendo scuro, scurisce perciò anche il quadro. In tal caso, quando cioè si sia sicuri che l'annerimento dipende da solfuro di piombo, si lava il quadro con H_2O_2 che trasforma il solfuro di piombo scuro in solfato di piombo chiaro e non più oltre alterabile:

$$PbS + 4H_2O_2 \Rightarrow PbSO_4 + 4H_2O$$

solfuro di piombo *solfato di piombo*

CAPITOLO XI.

Idrogeno, ossigeno, ozono

1. - **IDROGENO** (H = 1,008) monovalente *per convenzione*.

1. **Stato naturale.** — È l'elemento più diffuso nell'Universo. Sulla Terra si trova in piccolissima quantità nell'aria fino a circa 60 km., e proviene in tal caso dalle emanazioni vulcaniche e dei pozzi petroliferi; in estrema abbondanza nell'atmosfera oltre i 60 km. In combinazione è diffusissimo: nell'acqua, negli acidi, negli idrati e in tutti i corpi organici.

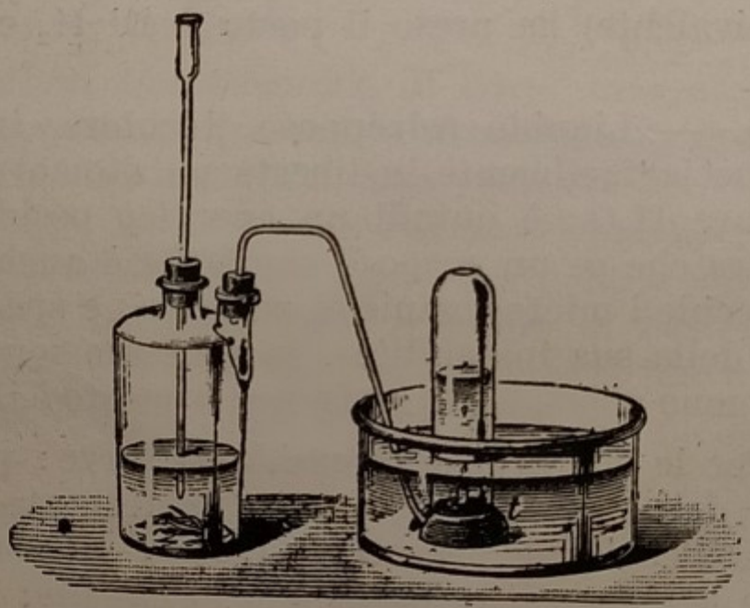


Fig. 36. — Preparazione dell'idrogeno con lo zinco e con l'acido solforico.

2. **Preparazione.** — I metodi seguiti sono due, uno di laboratorio e uno industriale.

1°) In laboratorio si può preparare trattando un metallo con un acido forte, ad esempio lo zinco con acido solforico; lo zinco si sostituisce all'H che viene così messo in libertà:

$$\underset{\textit{zinco}}{Zn} + \underset{\textit{acido solforico}}{H_2SO_4} \rightleftharpoons \underset{\textit{solfato di zinco}}{ZnSO_4} + \underset{\textit{idrogeno}}{H_2}$$

L'apparecchio usato può essere una **bottiglia di Woulf** a due gole da una delle quali, attraverso il tubo ad imbuto o a storta (= *tubo di sicureza*) si introduce H_2SO_4 diluito che così viene a reagire con i pezzettini di stagno collocati sul fondo della bottiglia; mentre il gas che si sprigiona esce attraverso il *tubo di sviluppo* e viene raccolto su *bagno idropneumatico* per spostamento d'acqua in *provetta* capovolta.

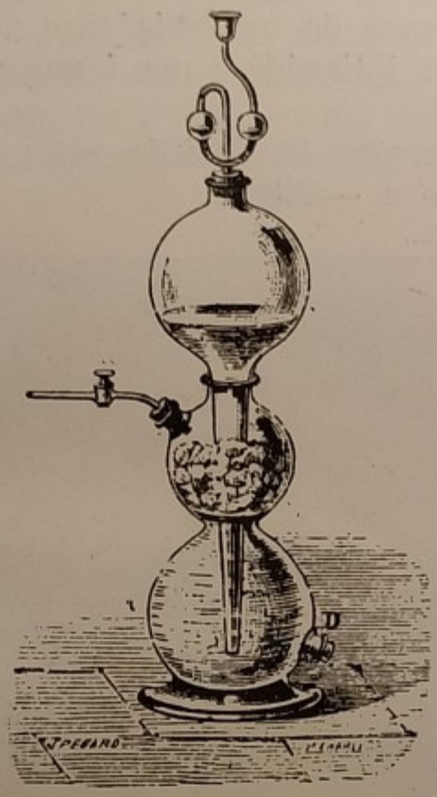


Fig. 37. — Apparecchio di Kipp.

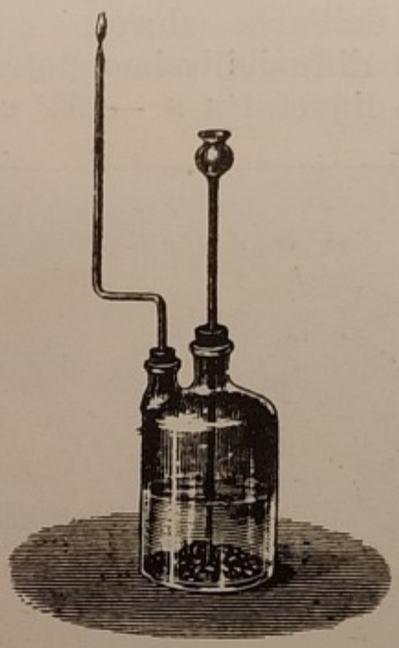


Fig. 38. — Fiamma dell'idrogeno prodotto nella bottiglia di Woulf.

Oppure si può usare l'**apparecchio di Kipp** il quale consta di tre recipienti globulari e sovrapposti; i due primi in basso sono tra loro in comunicazione attraverso una strozzatura; il terzo è provvisto, oltre che di turacciolo con tubo di sicurezza, di un lungo imbuto che penetra nell'interno degli altri due globi, fin quasi sul fondo. Lo zinco viene collocato nel globo di mezzo; se attraverso il globo superiore e il suo imbuto si introduce nel globo inferiore l'H_2SO_4 fino a raggiungere il livello dello zinco ha inizio la reazione e l'H sfugge attraverso un tubo situato sul globo di mezzo provvisto di rubinetto, e viene quindi raccolto; quando più non ne occorre, si chiude il rubinetto, e allora l'H rimasto preme talmente da obbligare l'H_2SO_4 ad abbassarsi di livello, separandosi così dallo zinco e interrompendo la reazione.

2°) Nell'industria si ottiene invece, in enormi quantità per *elettrolisi* dell'acqua acidulata oppure di soluzione di sal di cucina:

$$H_2O \Longrightarrow H_2 + O$$

$$NaCl + H_2O \Longrightarrow NaOH + H + Cl$$

cloruro di sodio — *idrato di sodio* (o soda caustica)

Nel primo caso il sottoprodotto è ossigeno; nel secondo caso l'H ottenuto è, insieme con il cloro, uno dei sottoprodotti dell'industria della soda caustica (NaOH).

3. **Proprietà.** — È un gas inodoro, incoloro, inadatto alla respirazione ma non velenoso. È il più leggero fra tutti i gas (ed è per questo che venne scelto come termine di confronto dei pesi atomici e molecolari); perciò lo si travasa da un recipiente all'altro in modo contrario a quello seguito per i liquidi e per i gas più pesanti dell'aria (cloro).

È diffusibilissimo potendo attraversare facilmente setti porosi. Viene liquefatto a —253° e solidificato a —260°.

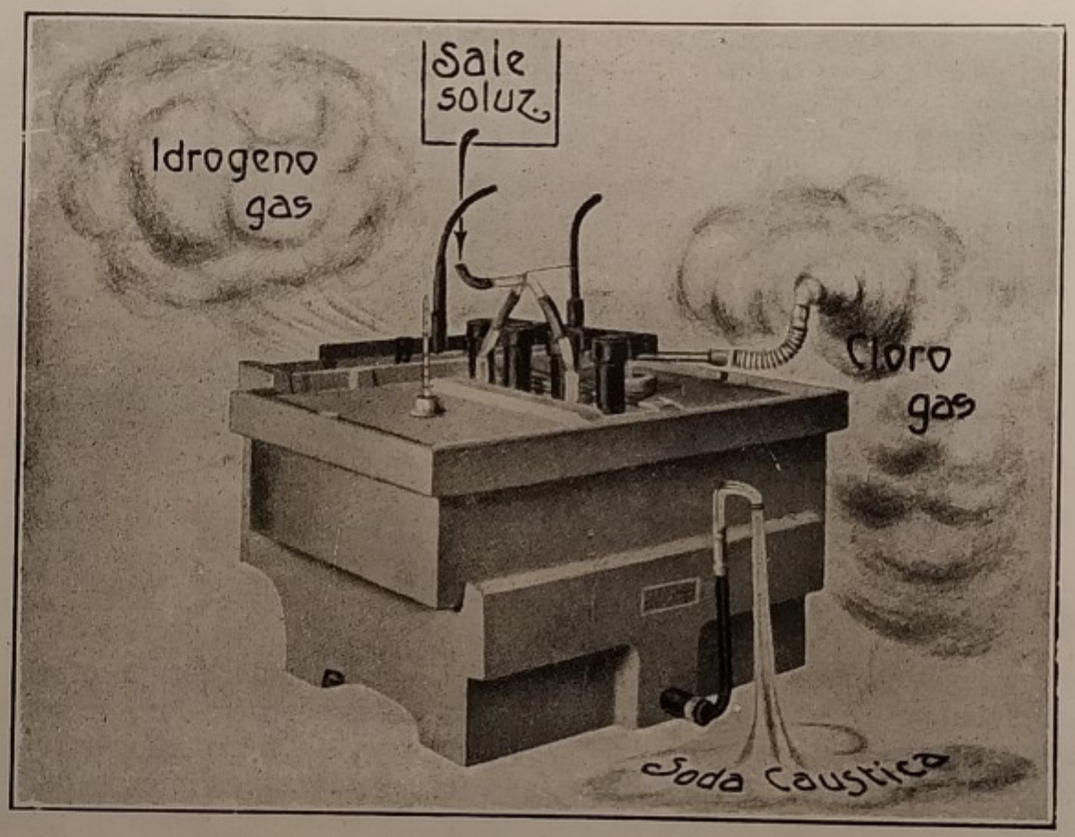


Fig. 39. — Apparecchio industriale per elettrolisi di soluzioni di sale

È combustibile in massimo grado: la sua fiamma è poco luminosa ma molto calda e possiede il più alto potere termico conosciuto.

Per la sua grande affinità, toglie l'ossigeno ai corpi che lo posseggono e con i quali viene a contatto, per formare acqua

$$H_2 + O \Longrightarrow H_2O$$

Si dice perciò che è un *deossidante* o, meglio, un *riduttore* (1) energico.

(1) Chiamasi *riduttore un corpo* che toglie l'ossigeno dagli altri corpi; chiamasi invece *ossidante* un corpo che facilmente cede agli altri il suo ossigeno.

Si combina pure facilmente con i metalloidi formando gli acidi binari:

$H + Cl \Rightarrow HCl$ acido cloridrico
$H_2 + S \Rightarrow H_2S$ acido solfidrico

4. **Usi.** — È un gas importantissimo nelle varie industrie. Serve per la produzione di ammoniaca e di acido nitrico sintetici; per la produzione di fiamma ossidrica (vedi ossigeno); per la preparazione di colori (anilina), di medicinali (cloroformio); per la idrogenazione degli oli pesanti del petrolio che vengono così trasformati in benzina; per riempimento di dirigibili, nonostante la sua facile in-

Fig. 40. — Come si travasa l'idrogeno dal recipiente A nel recipiente B.

fiammabilità e diffusibilità attraverso il tessuto dell'involucro: ed è per questo che venne sostituito in un primo tempo dal gas illuminante, più pesante ma meno infiammabile, e ora dall'elio, pesante il doppio ma assolutamente ininfiammabile, o meglio, da miscele di elio e idrogeno.

2. - OSSIGENO (O=16; bivalente) (1).

1. **Stato naturale.** — È libero nell'aria normale; combinato trovasi nell'acqua, in molti minerali e rocce e in molte sostanze organiche. Si calcola che costituisca circa la metà in peso della Terra. Allo stato libero è indispensabile per la vita (respirazione da cui assimilazione e disassimilazione).

2. **Preparazione.** — I metodi di preparazione industriale sono due:

1°) Dall'*elettrolisi* dell'acqua acidulata; l'O si raccoglie all'anodo di grandi voltametri.

2°) Dalla *distillazione frazionata dell'aria liquida*: prima bolle l'azoto e in seguito l'ossigeno.

(1) I valori dei pesi atomici indicati accanto ai singoli elementi che vengono descritti (es.: O=16) vennero arrotondati; si può conoscere il valore preciso esaminando la tabella fissata in principio.

3. **Proprietà.** — È un gas incoloro, inodoro e poco più pesante dell'aria. Si combina facilmente con quasi tutti gli elementi (salvo, cioè, i gas rari) formando: ossidi, anidridi, acidi ternari, sali, ecc. La combinazione avviene sempre con sviluppo di calore; se il calore non è rilevante, si ha una *ossidazione o combustione lenta*: tale è la respirazione dei viventi; se l'ossidazione ha luogo con sensibile sviluppo di calore e luce si ha la vera e propria *combustione* (vedi avanti).

4. **Usi.** — L'ossigeno serve sopratutto per la fiamma ossidrica e acetilenica (vedi combustione) e per la fabbricazione dell'acido nitrico sintetico. Inoltre serve in medicina per inalazioni nei casi di

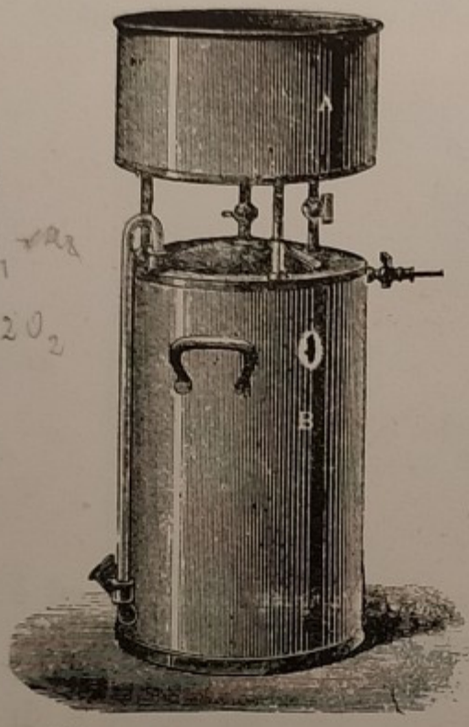


Fig. 41. — Un piccolo gazometro per la conservazione di gas.

Fig. 41-*bis*. — Bombola di gas compresso.

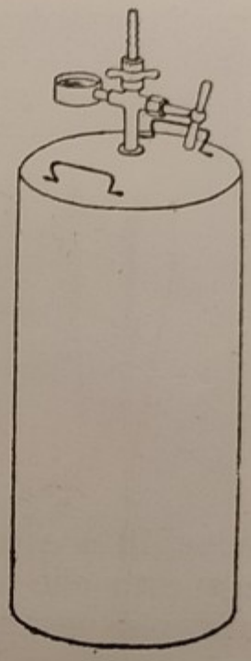


Fig. 41-*tris*. — Bidone per ossigeno.

asma, polmonite, asfissia ecc., per attivare la respirazione dei palombari e degli aeronauti: questi casi, per i quali dev'essere abbastanza puro, viene conservato non molto compresso in *bidoni,* sacchi gommati, cilindri. Per altri usi industriali viene messo in commercio in tubi, a 10 atmosfere, in bombe oppure in *bombole* a 150 atmosfere, le quali devono venire pure provate a 250 atmosfere e periodicamente verificate: si deve evitare che le valvole vengano lubrificate con grassi e che il gas compresso, sfuggendo, possa venire comunque in contatto con sostanze organiche le quali verrebbero infiammate.

3. - **COMBUSTIONI.** — Comunemente si chiama *combustione una ossidazione che produca sviluppo sensibile di calore e di luce.* Quindi delle due sostanze che reagiscono, una **brucia,** e questa chiamasi *combustibile* (legna, idrogeno, gas illuminante, carbone), e l'al-

tra **fa bruciare,** e questa chiamasi *comburente* e nel caso nostro è sempre l'ossigeno. Perciò i prodotti della combustione sono prodotti di ossidazione: l'H bruciando produce H_2O; il C (carbonio), invece, CO_2 (anidride carbonica); CO (ossido di carbonio) produce CO_2; Mg (magnesio) produce MgO (ossido di magnesio); Zn (zinco) produce ZnO (ossido di zinco), ecc.

Perché una combustione avvenga è necessario che il combustibile venga portato ad una certa temperatura che chiamasi *temperatura d'accensione;* una volta iniziata la combustione, provvede questa stessa a mantenere tale temperatura.

Un esempio tipico di combustione è dato dalla combinazione dell'H e dell'O ottenuta con il **cannello ossidrico.** Tale apparecchio consta di due tubi metallici concentrici: quello esterno, più largo, riceve H, e quello interno, più stretto, riceve O, da due distinte bombole; appena i due gas, uscendo dal cannello, giungono a contatto,

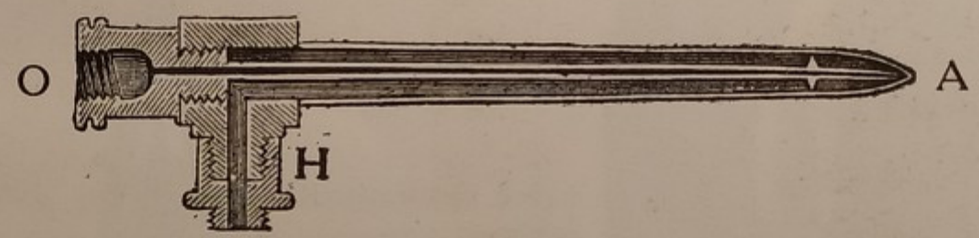


Fig. 42. — Cannello ossidrico: O, afflusso di ossigeno; H, afflusso di idrogeno; A, punto d'accensione.

formano una miscela opportuna che, appena viene accesa, produce una fiamma estremamente calorifica (2000°). Per ottenere temperature superiori (3000°) si usa l'analogo **cannello ossiacetilenico** in cui l'idrogeno è sostituito dall'acetilene. Il dardo ottenuto serve, attraverso la fusione, per le *saldature autogene* dei pezzi metallici da saldare, per forare e tagliare grosse lastre e travi d'acciaio.

Mentre per ottenere l'analisi dell'H_2O abbiamo dovuto consumare una certa quantità d'energia (calorifica od elettrica, non importa), nel fenomeno di sintesi, abbiamo invece ottenuto energia (nel caso nostro, energia calorifica). Si dirà che la prima reazione fu *endotermica* perchè è avvenuta con assorbimento di calore, e che la seconda fu *esotermica* perché ha sviluppato, ha sprigionato calore. Si può poi asserire che se una reazione chimica è endotermica, la sua inversa è esotermica e sviluppa una quantità equivalente di calore. Ne deriva, quale importantissima conseguenza, che, se bruciando del carbone si ha sviluppo di calore con formazione di anidride carbonica, per decomporre l'anidride carbonica le piante devono assorbire dell'energia; e precisamente utilizzano il calore e la luce del sole. Quando poi noi bruciamo la legna e il carbone non facciamo che utilizzare, a nostra volta, una certa quantità di energia inviataci dal sole e immagazzinata — per dire così — nel combustibile.

E se riflettiamo che gli animali traggono l'energia dagli alimenti, presi in definitiva dalle piante, e che le cadute di acqua e i venti sono dovuti al «*mi-*

nistro maggior della natura » si deve venire alla conclusione che tutte le forme di energia che noi possiamo utilizzare (tranne la marea) non sono che trasformazioni dell'energia inviataci dal sole.

4. - **FIAMMA.** — Spesso la combustione si manifesta, oltre che con elevata temperatura, con la **fiamma.**

In una fiamma si distinguono *tre zone*:

1°) Una **zona interna,** oscura e fredda, di gas rimasto incombusto perché non a contatto con l'ossigeno, nella quale una capocchia di cerino, introdotta rapidamente, non si accende.

3°) Una **zona intermedia,** poco calorifica perché a combustione incompleta, ma luminosa perché in essa *vengono portati all'in-*

Fig. 43. — Fiamma di una candela.

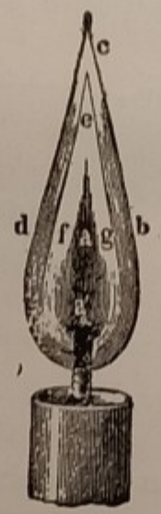


Fig. 43-*bis* — Fiamma e sue parti.

candescenza delle particelle di carbone, risultanti dalla decomposizione del gas.

3°) Una **zona esterna,** poco luminosa perché priva di sostanze incandescenti, ma molto *calorifica* avvenendo già la completa combustione (ossidazione) di C ed H i quali sono in definitiva gli elementi combustibili delle fiamme ordinarie.

Una fiamma risulta tanto più luminosa quanto più alto è il tenore di *carbonio* nel combustibile, e mentre la fiamma dell'idrogeno puro non ha affatto luminosità, sono luminose le fiamme date dal metano (CH_4) dall'etilene (C_2H_4) e dall'acetilene (C_2H_2) e quella di quest'ultimo gas è più luminosa di tutte; una comune fiamma luminosa diventa poi calorifica mandandovi dentro una corrente d'aria ed una fiamma non luminosa lo diventa facendovi cadere delle particelle solide.

Se in una fiamma incolora si pongono, mediante un filo di platino, dei sali di alcuni elementi, si ottengono delle *fiamme colorate* usate in pirotecnica. Le colorazioni sono caratteristiche dei singoli elementi metallici. Così i sali

di Na colorano le fiamme in *giallo*, i sali di K in *violetto*, quelli di Li in *rosso carminio*, quelli di Cu in *verde smeraldo*.

5. - **OZONO** O_3. — L'ossigeno si conosce oltre che a molecola biatomica O_2, anche a molecola triatomica O_3. Si trova in tracce (= piccolissime quantità) nell'atmosfera derivato dall'azione di forti scariche elettriche nell'ossigeno e spesso anche nelle pinete derivato dalle resine. Si prepara nell'industria per mezzo di speciali apparecchi detti *ozonizzatori* che per azione di scariche elettriche silenziose ed oscure in aria secca, trasformano e condensano O_2 in O_3.

$$3O_2 \Rightarrow 2O_3$$

È un gas di odore caratteristico e penetrante; è un energico ossidante tendendo a ridivenire ossigeno biatomico con separazione di ossigeno allo *stato nascente* e cioè atomico, quindi provvisto di valenze da saturare:

$$\begin{array}{c} O \\ / \quad \backslash \\ O - O \end{array} \Rightarrow O=O + O=$$

Serve per la sterilizzazione delle acque da rendere potabili e come mezzo di imbianchimento (avorio, penne, ecc.); serve anche per invecchiare liquori (= cognac).

La sua presenza è rivelata dalle *carte ozonoscopiche* che sono carte speciali amidate e imbevute di joduro di potassio.

L'ozono ossida l'joduro separando l'iodio:

$$O_3 + 6KJ \Rightarrow 3K_2O + 3J_2$$

L'jodio così isolato intacca l'amido imprimendo a questo e alla carta (che di amido è imbevuta) la tipica colorazione azzurra.

CAPITOLO XII.

Cloro e suoi composti - Alogeni
Aggressivi chimici

1. - **CLORO** (Cl = 35,5; monovalente).

1. **Stato naturale.** — Data la sua forte affinità per quasi tutti gli altri elementi, non si trova libero in natura. È invece abbondante nei suoi composti naturali e soprattutto nel *cloruro di sodio* (NaCl) sotto forma sia di sale sciolto nelle acque marine, sia di salgemma delle miniere.

2. **Preparazione.** — 1°) Il metodo più comunemente usato oggi è quello dell'*elettrolisi del cloruro di sodio*

$$NaCl + H_2O \Rightarrow NaOH + Cl + H$$

Na+ va al polo negativo, dove si forma NaOH, e Cl^- va al polo positivo. La difficoltà consiste nel produrre apparecchi che tengano separati i corpi ottenuti in modo da impedire che tornino a reagire tra loro. Perciò il Cl, insieme con l'H, rappresenta uno dei sottoprodotti della soda caustica (= idrato di sodio).

2°) Però in laboratorio si usa ancora prepararlo facendo reagire il biossido di manganese, MnO_2, con HCl concentrato, a debole calore:

$$MnO_2 + 4HCl \Longleftrightarrow 2H_2O + MnCl_2 + Cl_2$$

Biossido manganese — *Cloruro manganoso*

Il gas Cl_2 sviluppatosi si può raccogliere direttamente in bottiglie aperte tenute con la bocca in su, per *spostamento di aria* essendo di essa 2 volte e mezzo più pesante.

3. - **Proprietà.** —È un gas di colore verdastro (donde il nome: *clóros* = verde), di odore sgradevole e pungente, velenoso, più pe-

sante dell'aria. Sciolto in acqua costituisce l'*acqua di cloro* usata al posto del cloro avendone le stesse proprietà. È facilmente liquefacibile (a —34°; oppure a temperatura ordinaria e 6 atmosfere). Si combina con quasi tutti i corpi (oro e platino compresi) e con tale attività da sviluppare spesso luce e calore. Ha grande affinità soprattutto per l'H, con il quale forma HCl (acido cloridrico): ed è da questa proprietà fondamentale da cui deriva il potere ossidante, decolorante e disinfettante del cloro; e infatti in aria umida si ha:

$$Cl_2 + H_2O \rightleftharpoons 2HCl + O$$

L'ossigeno liberatosi, allo stato nascente, cioè allo stato atomico, ossida i corpi presso cui si trova, e quindi li può decolorare, e se sono batteri li uccide, diventando perciò un disinfettante (troppo energico, però, perché uccide anche le cellule del nostro organismo!).

4. **Usi.** — Le principali applicazioni del cloro sono:

Preparazione della cellulosa dal legno, imbianchimento della pasta per la carta, preparazione degli ipocloriti (1), dei clorati (2), dell'HCl sintetico, del cloroformio, di colori artificiali, per l'estrazione dell'oro, per il ricupero dello stagno dai ritagli di latta, ecc.

È noto che il cloro fu adoperato nella grande guerra come *gas asfissiante* e in difesa si usarono delle maschere speciali imbevute di soda e di ossido di manganese, sostanze atte a trattenere il gas, combinandolo.

Il cloro viene spedito compresso in cilindri di ferro a circa 7 atmosfere, ma i cilindri devono essere provati a 22 atmosfere; quando è secco non attacca i metalli che invece vengono attaccato facilmente se il cloro è umido.

2. - ACIDO CLORIDRICO HCl.

1. **Stato naturale.** — Si trova tra i gas dei vulcani, nelle acque di qualche fiume (Rio Vinagre sulle Ande) e nel succo gastrico dell'uomo e dei mammiferi in genere.

2. **Preparazione.** — I metodi seguiti sono due:

1° Mettendo a reagire, a freddo, H_2SO_4 (che fornirà l'H) su sal comune NaCl (che fornirà il Cl).

$$NaCl + H_2SO_4 \rightleftharpoons NaHSO_4 + HCl$$

solfato acido di sodio

---

(1) Gli *ipocloriti* sono miscele di composti di cloro e sodio o potassio, o calcio (notevole è quella polvere bianca usata per disinfettare gabinetti, chiamata *cloruro di calce*) che, svolgendo facilmente cloro, vengono usati al posto dell'acqua di cloro, per sbiancare, decolorare, disinfettare tessuti ecc.

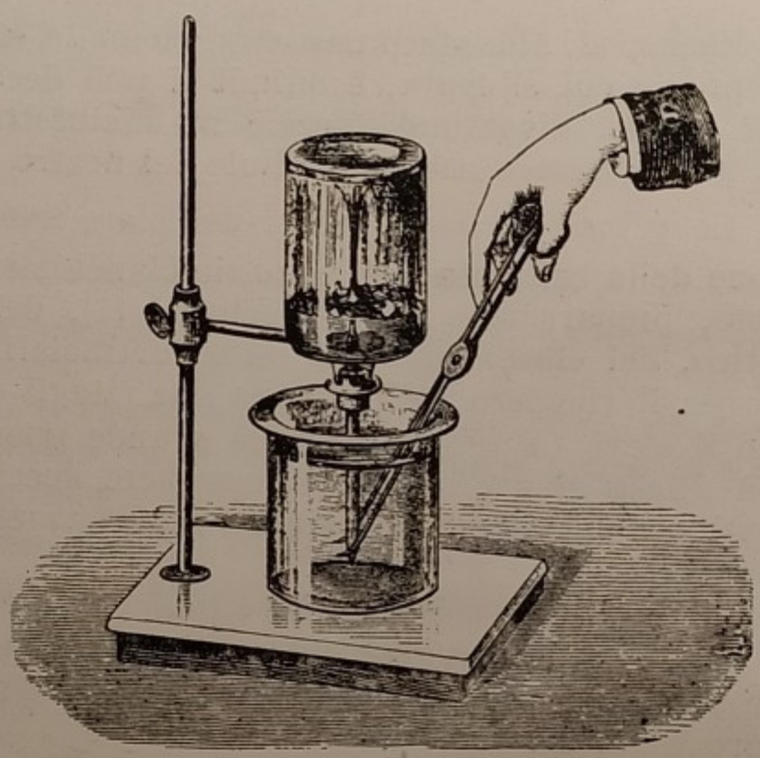
(2) Tra i clorati è notevole il *clorato di potassio* ($KClO_3$), usato, per le sue proprietà ossidanti e cioè per la facilità con cui svolge ossigeno, come disinfettante della gola (in pastiglie) e nell'industria degli esplosivi.

Il sottoprodotto solfato acido di sodio viene utilizzato in alcune industrie.

2°) *Per sintesi di H e Cl,* ottenuti come si è visto dall'elettrolisi delle soluzioni di NaCl.

$$H + Cl \Longleftrightarrow HCl$$

3. **Proprietà.** — È un *gas* incoloro, fumante all'aria (per condensazione di vapor acqueo atmosferico), di odore acre e pungente. È più pesante dell'aria, perciò lo si può travasare dall'uno all'altro



Fi. 45. — Solubilità del gas acido cloridrico nell'acqua.

recipiente come un liquido. È solubilissimo in acqua: 1 vol. d'H_2O scioglie, a 0°, 500 vol. di HCl; e si può dimostrare la grande solubilità dell'HCl nell'acqua capovolgendo un recipiente pieno di esso in una vaschetta d'acqua che si vedrà salire rapidamente nel recipiente fino a riempirlo.

In soluzione acquosa chiamasi *acido muriatico,* ed è così uno degli acidi più energici. Versando, ad esempio, una goccia di HCl su una lastra di marmo ($CaCO_3$, carbonato di calcio), si ha:

$$CaCO_3 + 2HCl \Longrightarrow CaCl_2 + H_2O + CO_2$$

La presenza di CO_2 è resa vivamente manifesta dalla tipica effervescenza che si produce.

I sali dell'HCl si chiamano *cloruri.*

4. **Usi.** — L'HCl trova applicazione nella preparazione del sale ammoniaco ($NH_3 + HCl \Longrightarrow NH_4Cl$), dell'anidride carbonica ($CaCO_3 + 2HCl \Longrightarrow CaCl_2 + H_2O + CO_2$), nella fabbricazione della colla d'ossa, nell'industria dei colori, nella tintoria, nella fabbricazione della carta, per preparati farmaceutici ecc.; secondo i casi viene adoperato quello commerciale o quello puro e a diversa concentrazione.

3. - **ALOGENI.** — Si chiamano *alogeni* i quattro metalloidi: Fluoro (F), Cloro (Cl), Bromo (Br) e Jodo (J) per la facilità con la quale si combinano direttamente con i metalli formando i sali detti rispettivamente: **fluoruri, cloruri, bromuri, ioduri.** Infatti alogeno deriva dal greco *als* = sale e *ghennáo* = produco. Sono tutti monovalenti. I loro composti sono abbondanti nelle acque marine, nelle alghe e nei pesci.

1. Il **Fluoro** (F = 19), è un gas giallo, energico, privo di applicazioni pratiche.

2. Del **Cloro** si è già visto.

3. Il **Bromo** (Br = 80) è un liquido rosso, sgradevole all'olfatto e irritante, usato per la fabbricazione di gas lacrimogeni e altri gas aggressivi.

4. Lo **Jodio** (J = 127) è un solido volatile, solubile in alcool, capace di svelare la presenza di amido al quale imprime la tipica colorazione azzurro.

5. **Acido fluoridrico** HF. — È un gas velenoso, l'unico che riesca a intaccare il vetro; viene perciò usato per la smerigliatura dei vetri, per quanto oramai a tale scopo si preferiscano usare getti di sabbia finissima. Si prepara mettendo a reagire a caldo l'H_2SO_4 sul minerale fluorite (CaF_2)

$$CaF_2 + H_2SO_4 \Longrightarrow CaSO_4 + 2HF$$

Sciolto in acqua, deve essere conservato in recipienti non di vetro, oppure di vetro ma rivestiti di paraffina o di cera nell'interno.

Per incidere su lastre di vetro, prima si spalmano queste con paraffina, poi con uno stiletto si asporta la parafina dai punti dove si vuol avere la incisione; poi si agisce: dove la superficie è scoperta, l'HF intacca.

I sali dell'HF sono i fluoruri: tra questi il più notevole è il minerale *fluorite* (fluoruro di calcio; vedi: *Calcio*).

6. **Bromuri.** — Sono i sali dell'acido bromidrico (HBr). I *bromuri* di *sodio* e di *potassio* (NaBr, KBr) trovano impiego in medicina, come sedativi del sistema nervoso; il *bromuro d'argento* (AgBr) in fotografia per lastre e carte sensibili.

7. **Joduri.** — Sono i sali dell'acido iodidrico (HJ). Hanno le stesse applicazioni degli analoghi bromuri.

4. - **AGGRESSIVI CHIMICI.** — Gli aggressivi chimici sono sostanze gassose oppure liquide o solide, ma allora facilmente nebulizzabili, aventi lo scopo di mettere fuori combattimento immediato (e cioè raramente a scopo proprio asfissiante e soffocante) i combattenti della parte opposta. Il loro uso è di antica data. Anche nelle guerre del Peloponneso si parla di gas a base di zolfo usati per obbligare gli assediati alla resa o gli assedianti alla fuga; ma le sostanze di questo tipo ebbero triste rinomanza soprattutto durante la guerra mondiale nella quale si calcola che siano state usate oltre 50 sostanze diverse. Distinguendo gli aggressivi in rapporto alla loro azione fisiologica, la quale a sua volta influisce sullo scopo da raggiungere durante l'azione tattica, possiamo ricordare i seguenti tipi principali.

1. **Aggressivi tossici.** — Hanno diretta azione venefica sull'organismo (sangue, polmoni, sistema nervoso). Tali sono l'*acido cianidrico* HCN liquido, detto anche acido prussico; l'*ossido di carbonio* CO gas; il *cloro gas; il bromo* e il *bromoacetone* (liquidi); il *fosgène* o cloruro di carbonile ($COCl_2$), gassoso, così chiamato perché si produce sotto l'azione della luce.

2. **Aggressivi lacrimogeni.** — Agiscono particolarmente sulla congiuntiva degli occhi e indirettamente sulle ghiandole lacrimali, provocando abbondante secrezione di lacrime e irritazione della congiuntiva. Sono tutti liquidi. Tali sono: la *cloropicrina,* o nitrocloroformio ($C.H.Cl.NO_2$); il *bromuro* e *joduro di benzile* (C_6H_5Br).

3. **Aggressivi caustici.** — Hanno azione fortemente caustica sulla pelle; danneggiano gli occhi e i polmoni. Tali la *yprite,* liquida (solfuro di etile biclorurato), usata per la prima volta dai tedeschi nel 1917 nell'assedio di Ypres (Belgio).

4. **Aggressivi starnutogeni.** — Determinano azione irritante sulle prime vie respiratorie. Tale la *etilcloroamina* liquida.

Come vedesi, la maggior parte degli aggressivi chimici è a base di Cloro e di Bromo, ed è per questo che di essi qui se ne è parlato.

Per difendersi da tali aggressivi è indispensabile l'uso delle maschere apposite. In Italia si è costituita, allo scopo della istruzione preventiva e della organizzazione difensiva, la *Unione Nazionale Protezione Antiaerea* (U.N.P.A.) che attraverso conferenze, lezioni alla radio, esposizioni opportune alle Fiere, tende alla formazione nel popolo d'una « coscienza chimica » onde possa, all'occasione, facilmente difendersi contro le aggressioni chimiche nemiche in caso di guerra.

CAPITOLO XIII.

Zolfo e suoi composti

1. - **ZOLFO** (S = 32; bi-tetra-esavalente).

1. **Stato naturale.** — Esiste in natura allo stato nativo in una certa abbondanza; inoltre trovasi in numerosi minerali tra i quali sono notevoli: la *galena* (PbS), la *blenda* (ZnS) e la *calcopirite* ($CuFeS_2$) da cui si preferisce ricavare i metalli, poi *gesso* ($CaSO_4 2H_2O$) *baritina* (($BaSO_4$); inoltre in molti composti organici (albumina dell'uovo, pelle, capelli, ecc.).

2. **Proprietà.** — Si presenta in bei cristalli rombici, nitidi, brillanti, con sfaldatura imperfetta e con frattura concoide. Durezza = 2; p. sp. = 2; di color giallo citrino se è puro, è bruniccio se impuro per sostanze bituminose e carboniose, grigio-chiaro se le impurità sono di natura argillosa. Lucentezza resinosa. Fragile. Cattivissimo conduttore del calore e della elettricità, tanto che riscaldato con il semplice calore delle mani scricchiola per produzione di finissime spaccature, in seguito alla maggior dilatazione delle parti esterne alle quali è giunto il calore, in confronto delle interne dove il calore giunge più lentamente. Strofinato si elettrizza negativamente.

Solubile in solfuro di carbonio e cloroformio. Brucia nell'aria con la formazione di anidride solforosa (SO_2) dall'odore agliaceo (il così detto *odore di zolfo*).

Al calore lo zolfo si comporta in modo speciale; prima fonde e poi fino a 200 gradi si mantiene liquido, mutando però il colore che diviene bruno; oltre i 200° diventa vischioso cosicché a 250° si può capovolgere il recipiente ove si fa l'operazione senza che lo zolfo fuoresca.

A 300° ritorna liquido e a 450° bolle trasformandosi in vapore giallo-bruno.

Se lasciamo raffreddare lo zolfo bollente esso ripercorre gli stati suddetti; se però verso i 225° lo si raffredda bruscamente si ottiene una massa molle, che si può tirare in fili, detta *solfo plastico*.

3. **Giacimenti.** — 1°) Se ne trova talora, ma in piccola quantità, intorno ai crateri vulcanici attivi, specialmente nella *fase di emanazione,* formatosi per azione reciproca dei gas acido solfidrico (H_2S) ed anidride solforosa (SO_2) che escono dalle fessure del cratere (zolfo di *solfatara*), secondo questa equazione

$$2H_2S + SO_2 \Rightarrow 2H_2O + 3S$$

Lo zolfo sublima determinando bellissimi *fiori gialli* intorno ai piccoli crateri delle fumarole.

Così alla solfatara di Pozzuoli, nel Giappone ecc.; da noi, a Pozzuoli, in passato, se ne è estratto, ma si tratta di quantità minime.

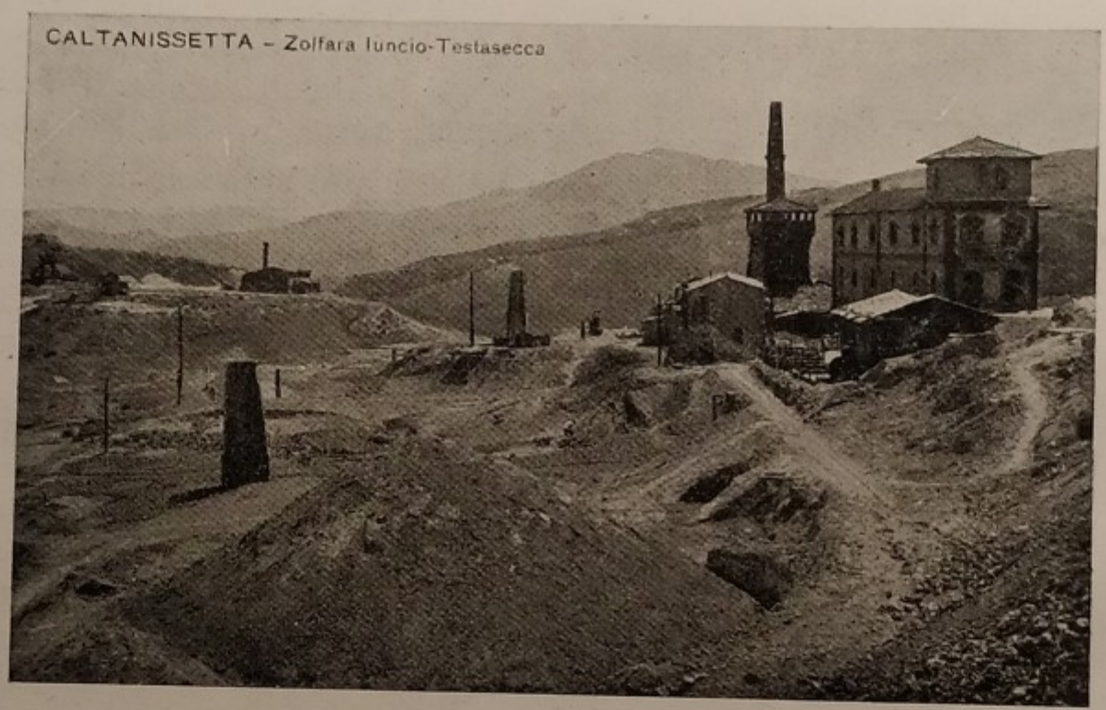


Fig. 46. — Zolfara (Fot. *Giannone,* Caltanisetta).

2°) Pure pochissimo formasi nelle acque termali solforose (Bormio) per azione di alcuni *bacteri* che decompongono l'acido solfidrico (H_2S) appropriandosi lo zolfo che si accumula nel loro interno e che con sé trasportano sul fondo fangoso morendo.

3°) Di importanza mondiale sono invece i giacimenti della Sicilia, le *solfare* dove lo zolfo trovasi in rocce stratificate, calcari, marnose, argillose, sempre unito a gesso ($CaSO_4.2H_2O$) e calcite ($CaCO_3$). Giacimenti simili si trovano nella così detta *formazione gessosa-solfifera,* che in Italia affiora specialmente alle falde dell'Appennino, anche nel Monferrato e presso Voghera, ma che è ricca di zolfo nella Romagna (Forlì, Cesena) e nella Sicilia (provincia di Catania, Palermo, Caltanisetta, Girgenti). I giacimenti sono di origine sedimentare da un antico bacino di mare non molto aperto: e

la presenza di gesso e salgemma è indizio di questo; dal gesso, che contiene zolfo in combinazione chimica, è derivato in seguito lo zolfo libero , per emanazioni vulcaniche di anidride carbonica.

Stati Uniti, Italia e Giappone sono i tre principali Stati produttori di zolfo. In Italia trovasi: in Sicilia (provincie di Girgenti, Caltanisetta, Catania, Palermo); in provincia di Avellino; in Romagna e nelle Marche. Il monopolio, però è attualmente nelle mani degli Stati Uniti, che, sia per l'abbondanza, sia per i metodi perfezionati di estrazione, da anni hanno ridotto la esportazione italiana limitandola, secondo vigenti trattati, ad alcune poche regioni del mondo.

Mentre da noi infatti, affiorando in generale il minerale alla superficie, si estrae questo dalla roccia molto impuro, negli Stati Uniti (Texas, Luisiana) trovandosi in giacimenti profondi, viene pompato fuori fuso e sciolto in acqua caldissima, iniettata sotto grande pressione ed alta temperatura. Anche la Spagna (Murcia) possiede giacimenti solfiferi.

3. **Estrazione.** — Il minerale greggio, contenente in media il 25 % di zolfo, veniva una volta estratto con il metodo dei *calcaroni* cioè accumulando il materiale entro un recinto circolare in muratura, coprendo poi il tutto con argilla, ed accendendo lo zolfo in basso; il calore della combustione ($S + O_2 \Rightarrow SO_2$) fonde lo zolfo rimanente che sgocciola e che è condotto entro forme. Evidentemente in tal modo, per quanto si risparmi molto combustibile, viene sciupato molto S e l'aria rimane inquinata di anidride solforosa (SO_2).

Attualmente con i forni *rigeneratori* si ovvia a tutti questi inconvenienti, essendo questi formati da camere *chiuse,* nelle quali si ottiene tanto la combustione quanto la fusione: è sempre lo zolfo che fa da combustibile.

5. **Raffinazione.** — La si ottiene fondendo lo zolfo i cui vapori, fatti entrare in una camera fredda, si condensano attorno alle pareti (= *fiori zolfo*) e sul fondo che è a piano inclinato e che serve per dirigere lo zolfo fuso verso una apertura dalla quale si raccoglie in recipienti o forme cilindriche (*cánnoli*).

6. **Usi.** — Lo zolfo si adopera nell'industria dei fiammiferi, della polvere pirica (salnitro, zolfo, carbone) e per la vulcanizzazione della gomma; in agricoltura per combattere l'*oidium,* malattia crittogamica della vite; in medicina per combattere la scabbia e anche come leggero purgativo e disinfettante intestinale.

Quando ve n'è in grande quantità viene usato per la fabbricazione dell'acido solforico (H_2SO_4), in sostituzione della pirite oppure per la produzione di SO_2 per imbiancare fibre tessili, seta, lana e per solforare le botti (miccia di zolfo).

7. **Composti naturali dello zolfo.** — Come già si è detto in natura si trova non solo libero, ma molto anche in combinazione: da queste però anziché lo zolfo si preferisce ricavare il metallo associato oppure si preferisce usare direttamente il minerale. Così dalla *galena* (PbS) si ricava il piombo, ed il *gesso* ($CaSO_4.2H_2O$) è usato come cementante. Di questi però parleremo in seguito.

Vi è tuttavia un solfuro che ha importanza proprio per lo zolfo che contiene: ed è la *pirite* (FeS_2); importante, non perché da esso si estragga lo zolfo, ma perché bruciandolo nell'aria (ossigeno) si ottiene (essendo un solfuro) anidride solforosa (SO_2) dalla quale si passa all'acido solforico (H_2SO_4).

2. - **COMPOSTI INDUSTRIALI FONDAMENTALI DELLO ZOLFO.** — I composti fondamentali dello zolfo ottenuti dall'industria, dai quali derivano poi tutti gli innumerevoli altri, sono:

l'**acido solfidrico** H_2S	$S\begin{matrix}H\\H\end{matrix}$	(S bivalente);
l'**anidride solforosa** SO_2	$S\begin{matrix}=O\\=O\end{matrix}$	(S tetravalente);
l'**anidride solforica** SO_3	$O=S\begin{matrix}=O\\=O\end{matrix}$	(S esavalente);
l'**acido solforico** H_2SO_4	$\begin{matrix}O\\O\end{matrix}\!\!>S\begin{matrix}OH\\OH\end{matrix}$	(S esavalente).

L'esame delle formule di questi corpi ci induce a ritornare sulla **legge delle proporzioni multiple.** Infatti se nell'H_2S sostituiamo O all'H_2 si ottengono i seguenti tre corpi:

$$SO \qquad SO_2 \qquad SO_3$$

nei quali non solo si nota che la valenza è passata da 2 a 4 a 6, ma che alla costante quantità di zolfo (32) è corrisposta una quantità di ossigeno, variabile sì, ma sempre secondo multipli della quantità minima (16, 32, 48); e cioè, anche qui come si è visto per l'azoto nella parte generale, si ha lo schema:

$$32 \text{ di S con } \begin{cases} 16\ (16\times1) \text{ di O da cui } SO \\ 32\ (16\times2) \text{ » » » » } SO_2 \\ 48\ (16\times3) \text{ » » » » } SO_3 \end{cases}$$

Ed è precisamente basandosi su questa legge oltre che su quella delle proporzioni definite che si è giunti a formulare l'ipotesi atomico-molecolare; infatti se la materia fosse divisibile all'infinito non si comprenderebbe il perché di tanta regolarità nelle combinazioni chimiche, basata sempre sugli stessi rapporti (che noi abbiamo visto derivare dai pesi atomici).

3. - **ACIDO SOLFIDRICO** H_2S, detto anche *idrogeno solforato*. — È un gas di odore disgustoso di uova fradice e molto velenoso, il quale si forma nella putrefazione di molte sostanze organiche solfo-

rate. Si trova anche come emanazione in varie località (*putizze*) e disciolto in acque (*acque sulfuree*, come le acque albule di Tivoli, di Termini Imerese ecc.), indicate per bagni contro le malattie della pelle e, se termali, anche contro i dolori reumatici ecc.

Nei laboratori nei quali è molto usato per l'analisi chimica (poiché forma coi diversi sali metallici dei solfuri insolubili di diverse colorazioni) si prepara comunemente facendo reagire FeS con l'HCl:

$$FeS + 2HCl \Longleftrightarrow FeCl_2 + H_2S$$

L'H_2S è facilmente riconoscibile, oltre che per l'odore, perché annerisce, anche in piccole tracce, le carte bagnate all'acetato di piombo per formazione di PbS nero; annerisce pure facilmente gli oggetti di argento per formazione di Ag_2S, pure nero, e quindi negli stabilimenti di acque solfuree i frequentatori sono avvertiti di non portare oggetti d'argento. Ed è per lo stesso motivo che molti quadri anneriscono per trasformazione della biacca (carbonato di piombo) in solfuro di piombo nero. È usatissimo in chimica analitica. Dall'H_2S derivano i solfuri.

4. - **ANIDRIDE SOLFOROSA** SO_2. — È un gas che si ottiene bruciando zolfo oppure un solfuro, per esempio la pirite (FeS_2). Ha odore soffocante agliaceo di zolfo bruciato; è un energico decolorante di colori organici come è facilmente provato esponendo ai vapori dello zolfo che brucia, dei fiori ecc.; questa proprietà è utilizzata nell'industria per l'imbianchimento della lana, della seta, dei cappelli di paglia ed altro. Il potere disinfettante è utilizzato nella solforazione delle botti nelle quali l'H_2S prodottosi in seguito a putrefazione microbica viene a reagire con SO_2 producendo così S che precipita ($2H_2S + SO_2 \Longrightarrow 3S + 2H_2O$); inoltre per la conservazione del vino, della birra, delle carni, ecc.; per disinfettare ambienti ove siano stati ammalati infettivi si suole bruciarvi dello zolfo dopo avere chiuso completamente anche le fessure incollandovi della carta.

La SO_2 si liquefa facilmente (per raffreddamento a —10° o per compressione a tre atmosfere) bastando metterla in contatto con una miscela di ghiaccio e sale; e poiché nella sua evaporazione assorbe molto calore, è usata anche (per quanto ad essa sia preferibile l'NH_3 liquida, od anche CO_2 liquida), per la preparazione del ghiaccio artificiale.

La SO_2 viene messa in commercio in bombole di acciaio che non devono contenerne più di 1 chilogrammo per litro; ma ad essa in molti casi si preferiscono i solfiti che sono solidi e cristallizzati (quindi meglio trasportabili e più conservabili) e che la svolgono facilmente in contatto di acidi, anche deboli.

Dall'SO_2 deriva l'H_2SO_3 (acido solforoso) da cui i solfiti (es. Na_2SO_3 = solfito di sodio).

5. - **ANIDRIDE SOLFORICA** SO_3. — È solida a temperatura ordinaria e di aspetto sericeo. Per sé stessa non ha applicazioni pratiche; però, con l'acqua, dà l'acido solforico con reazione assai violenta. Si ottiene ossidando energicamente SO_2.

Dall'SO_3 deriva l'H_2SO_4 (acido solforico) da cui i solfati (es. $CaSO_4$ = solfato di calcio).

6. - **ACIDO SOLFORICO** H_2SO_4.

1. **Stato naturale.** — Conosciuto sin dal secolo VIII, si trova libero in emanazioni vulcaniche, in piccola quantità in alcune acque minerali acidule e in alcuni fiumi come il Rio Vinagre; vari solfati (*gesso, baritina* ecc.) sono invece diffusissimi e formano anche imponenti giacimenti geologici.

2. **Preparazione.** — L'acido solforico è uno dei prodotti della grande industria chimica e la sua produzione misura il progresso industriale di una nazione (la produzione italiana ha raggiunto il decimo della mondiale che è di circa sette milioni di tonnellate annue).

La sua preparazione si basa fondamentalmente sopra queste tre reazioni semplicissime:

1°) combustione dello zolfo $S + O_2 \rightleftharpoons SO_2$;

2°) ossidazione dell'SO_2 $SO_2 + O \Rightarrow SO_3$;

3°) idratazione dell'SO_3 $SO_3 + H_2O \rightleftharpoons H_2SO_4$.

Di queste tre reazioni, la prima e l'ultima sono semplicissime; difficile è invece ottenere la seconda, cioè il passaggio da SO_2 a SO_3. A questo scopo si possono seguire due vie: 1) mettere SO_2 in presenza d'un energico ossidante quale può essere ad esempio **HNO_3**; 2) mettere SO_2 e O in presenza di un energico catalizzatore, quale può essere ad esempio del **platino finemente suddiviso.** E sono i due metodi comunemente usati, chiamati: il primo, metodo delle *camere di piombo* e il secondo, metodo di *contatto,* ma che meglio si dovrebbero chiamare metodo dell'*HNO_3* e metodo della *spugna di platino.*

Metodo delle camere di piombo. — Il metodo delle *camere di piombo* consiste nel trasformare l'anidride solforosa ottenuta dalla combustione della pirite, in solforica per mezzo dell'acido nitrico, il quale viene in massima parte rigenerato a spese dell'ossigeno atmosferico mentre la SO_3 viene poi a sua volta trasformata in acido solforico per addizione di vapor d'acqua.

Le parti di un impianto sono le seguenti: *forno* per la combustione delle piriti, dove si forma SO_2 e restano le ceneri di Fe_2O_3 dalle quali attualmente si ricava il ferro; *torre di Glower,* dove SO_2 viene ossidata in SO_3 dall'HNO_3; *camere di piombo* (rivestite in lamiera di piombo perché questo metallo resiste all'azione

dell'H_2SO_4 diluito e dell'HNO_3 e derivati; donde il nome al metodo!) dove SO_3 viene idratata in H_2SO_4; *torre di Gay Lussac* dove i vapori nitrosi derivati dala riduzione di HNO_3 vengono raccolti e inviati alla torre di Glower dove si rigenerano in HNO_3 per azione dell'ossigeno atmosferico in presenza di vapor acqueo introdotti. L'acido solforico così ottenuto è molto diluito; per concentrarlo si usa aggiungere all'acido la SO_3.

Metodo di contatto. — Consiste nel fare combinare la SO_2 con O in presenza di platino finissimamente diviso (o di amianto platinato) e di far combinare poi la SO_3 con acqua; regolando SO_3 e H_2O nelle proporzioni giuste si può ottenere così direttamente l'acido concentrato detto anche *oleum* o *olio di vetriolo*, o semplicemente *vetriolo*.

3. **Proprietà e usi.** — L'acido solforico concentrato è un liquido denso (d = 1,8) d'aspetto oleoso, incoloro se puro, e avidissimo di acqua alla quale si addiziona con forte sviluppo di calore.

Per questa sua avidità l'H_2SO_4 è un *energico disidratante*: e poiché alle sostanze organiche toglie gli elementi H e O dell'acqua, esse risultano come carbonizzate. Si può dimostrare ciò lasciando cadere dell'H_2SO_4 su una zolla di zucchero, $C_{12}H_{22}O_{11}$, la quale si vedrà rapidamente annerire perché l'H_2SO_4 sottrae i 22 H e gli 11 O e lascia solo la massa nerastra residuale del carbone. Lo stesso avviene per l'amido, il legno ecc. ed è perciò che il vetriolo viene usato per distruggere sostanze organiche ad es. residui d'animali infetti.

Per mezzo dell'acido solforico si ottengono gli altri acidi, perché essendo esso un acido energico, è capace di spostarli dai loro sali mentre si formano i corrispondenti solfati:

$$2NaCl + H_2SO_4 \Rightarrow Na_2SO_4 + 2HCl$$
$$2NaNO_3 + H_2SO_4 \Rightarrow Na_2SO_4 + 2HNO_3$$
$$2Na_3PO_4 + 3H_2SO_4 \Rightarrow 3Na_2SO_4 + 2H_3PO_4$$

Tra i solfati sono da ricordare i tre che vengono chiamati vetrioli, e cioè:

$FeSO_4$, solfato di ferro, o *vetriolo verde;*
$ZnSO_4$, solfato di zinco, o *vetriolo bianco;*
$CuSO_4$, solfato di rame, o *vetriolo azzurro.*

Sono cristallizzati e colorati perché assorbono un certo numero di molecole d'acqua (prevalente 7); perdendo queste, si riducono in polvere incolore.

Le spedizioni di H_2SO_4 si fanno in damigiane di vetro imballate con cesti di vimini (nello stesso modo dell'acido cloridrico) e l'acido

molto concentrato (e quindi non dissociato) si può anche spedire in recipienti di ferro; però la massima parte dell'acido solforico viene consumato dalle stesse fabbriche che lo producono per la preparazione dei suoi innumerevoli derivati.

7. - **SALI DOPPI E SALI ACIDI.** — È opportuno qui aprire una parentesi riguardo ai sali. Si è detto in principio che essi derivano per sostituzione dell'idrogeno con un metallo. Ciò è esatto, ma non completo.

1. Intanto gli *idrogeni possono essere sostituiti anche da più metalli diversi.*

Così da H_2SO_4 si può avere anche $KNaSO_4$; da H_4SiO_4 (acido silicico) si può avere anche $KAlSiO_4$; importante è che tutte le valenze vengano saturate; così in quest'ultimo esempio, poiché K è mono-, Al tri- e Si tetravalente, si avrà la saturazione completa

con $\begin{matrix}K \\ Al\end{matrix} SiO_4$ o meglio: da $OH—Si \begin{matrix}OH \\ OH \\ OH\end{matrix}$ si avrà $KOSi \begin{matrix}O \\ O \\ O\end{matrix} Al.$

Si usa parlare di tali casi di **sali doppi.** Così $KNaSO_4$ si dovrà leggere: *solfato doppio di sodio e potassio,* e $KAlSiO_4$ si dovrà leggere *silicato doppio di potassio e alluminio.*

2. Inoltre non è detto che necessariamente tutti gli atomi di idrogeno debbano essere sostituiti; quando la sostituzione non è completa si hanno i **sali acidi** in contrapposizione ai comuni sali, detti **sali neutri.**

$KNaSO_4$ solfato di potassio e di sodio

Diamo alcuni esempi:

H_2SO_4	acido solforico
Na_2SO_4	solfato (neutro) di sodio
$NaHSO_4$	solfato acido di sodio (o *bisolfato* di sodio)
$Ca(HSO_4)_2$	solfato acido di calcio (o *bisolfato* di calcio)
H_2CO_3	acido carbonico
$CaCO_3$	carbonato (neutro) di calcio
$Ca(HCO_3)_2$	carbonato acido di calcio (o *bicarbonato* di calcio)
H_3PO_4	acido fosforico
K_3PO_4	fosfato (neutro) di potassio (o *tri*-potassico)
K_2HPO_4	fosfato monoacido di potassio (o *bi*-potassico)
KH_2PO_4	fosfato biacido di potassio (o *mono*-potassico)

H_2SO_4

carbonato di magnesio e carbonato di calcio

La dolomite è un solfato: $MgCO_3$ e $CaCO_3$

$MgCa(CO_3)_2$

CAPITOLO XIV.

Azoto e suoi composti

1. - **AZOTO** (N = 14; tri-pentavalente).

1. **Stato naturale.** — È un corpo fra i più diffusi in natura. Per la sua poca affinità con gli altri elementi, è abbondante allo stato libero nell'aria (4/5 in volume; 3/4 in peso); in natura sono notevoli i suoi composti, soprattutto i nitrati; ancor più notevole la sua presenza nei composti organici azotati, costituenti cioè la sostanza fondamentale del protoplasma cellulare. Non serve direttamente alla respirazione (donde il nome azoto = *a-zoè* = contrario alla vita), ma è indispensabile invece nella costituzione chimica dei viventi. Venne chiamato anche *nitrogenio* (donde il simbolo N) perchè da esso deriva il salnitro.

2. **Proprietà.** — È un gas incoloro; inodoro, insipido, non velenoso; un po' più leggero dell'aria; ha poca affinità chimica, quindi non mantiene la combustione e difficilmente si combina con altri elementi; le combinazioni avvengono invece con facilità sotto l'azione di scariche elettriche o a temperature molto elevate (forni elettrici).

3. **Preparazione.** — A scopo industriale lo si ottiene generalmente dalla *distillazione frazionata dell'aria liquida.*

4. **Usi.** — Ha oggi una importanza grandissima nell'industria perché si parte dall'N libero per ottenere composti fondamentali quali: l'ammoniaca (NH_3), l'acido nitrico (HNO_3), la calciocianamide ($CaCN_2$) ecc.

2. - **AMMONIACA** NH_3.

1. **Stato naturale.** — Trovasi spesso libera nell'aria e deriva: o dalla *putrefazione* di sostanze organiche azotate in decomposizione (uréa, ecc.) (1), o da *emanazioni vulcaniche* o connesse con fenomeni

(1) « Il nome volgare di *ammoniaca* è derivato dal nome del *sale ammoniaco,* impiegato per ottenerla, e la cui origine etimologica è Ammonio, vasta contrada sabbiosa ad occidente dell'Egitto, nel littorale mediterraneo, celebre

interni (Campi Flegrei, soffioni boraciferi); la stessa sostanza può avere perciò, anche naturalmente, le più diverse origini; ciò insegna a dare un valore relativo alle esperienze di laboratorio eseguite per dimostrare l'origine di fenomeni naturali.

2. **Preparazione.** — L'ammoniaca viene preparata industrialmente in due modi:

1°) Dalle *acque di lavaggio del gas illuminante.* Vedremo più avanti come distillando il carbone si produca una corrente di gas, dei quali alcuni condensano a formare il catrame, altri costituiscono il gas illuminante e, uno, l'ammoniaca, viene fissato in opportune vasche di lavaggio colme di acqua con acido cloridrico; si forma così *cloruro d'ammonio* secondo la reazione:

$$NH_3 + HCl \rightleftharpoons NH_4Cl$$

Trattando il NH_4Cl con calce spenta si libera ammoniaca:

$$2NH_4Cl + Ca(OH)_2 = CaCl_2 + 2H_2O + 2NH_3$$

Invece di NH_4Cl si può usare un qualunque sale d'ammonio (vedi avanti) e invece di calce spenta, un altro idrato (KOH, NaOH).

2°) Per *sintesi degli elementi* N e H sotto forti pressioni (250 atmosfere) e in presenza di opportuni catalizzatori ad elevate temperature. L'idrogeno è sempre quello fornito dall'elettrolisi dell'acqua o di altre soluzioni; mentre per l'azoto, o si utilizza quello ricavato dalla distillazione dell'aria liquida (metodo molto costoso) oppure (metodo italiano Casalí-Fauser) si utilizza direttamente quello dell'aria introducendo in un ambiente una quantità rilevante di H: una parte di questo si combina con O formando così H_2O e la rimanenza con N formando così NH_3.

3. **Proprietà.** — È un gas incoloro, di odore pungente, di sapore alcalino; è facilmente liquefacibile (—33°; oppure a temperatura ordinaria con pressione 6 atmosfere); essendo più leggero dell'aria deve essere raccolto in recipienti con la bocca in giù. Solubilissimo in acqua: a 0° scioglie oltre 1000 volte il proprio volume, tanto che se un recipiente pieno di NH_3 si immerge con la bocca in giù in una vaschetta piena d'acqua, l'acqua si vede rapidamente salire mentre l'NH_3 si scioglie in essa con svolgimento di calore.

---

nell'antichità per un tempio dedicato a Giove *Ammone,* vale a dire Giove delle sabbie (dal greco *ammos,* sabbia). In quella regione poverissima di vegetali, il combustibile è raro e per far fuoco si usa lo sterco di cammello, che, disseccato al sole, brucia senza fiamma come l'esca. La fuliggine proveniente da questo combustibile, impregnata di materie organiche e di sale è il *cloridrato di ammoniaca.* Lo sterco dei nostri buoi, assoggettati a un regime salato dovrebbe dare lo stesso prodotto ». (*Clerc.* Chim. pop.).

Quando è secca è chimicamente inattiva; in soluzione acquosa invece è fortemente basica. Però, a differenza delle altre basi che messe a reagire con acidi separano acqua, l'NH_3 forma invece con gli acidi dei sali composti di addizione:

$$KOH + HCl \rightleftharpoons KCl + H_2O$$

idrato di potassio — *acido cloridrico* — *cloruro di potassio* — *acqua*

$$NH_3 + HCl \rightleftharpoons NH_4Cl$$

ammoniaca + *acido cloridrico* — *cloruro di ammonio*

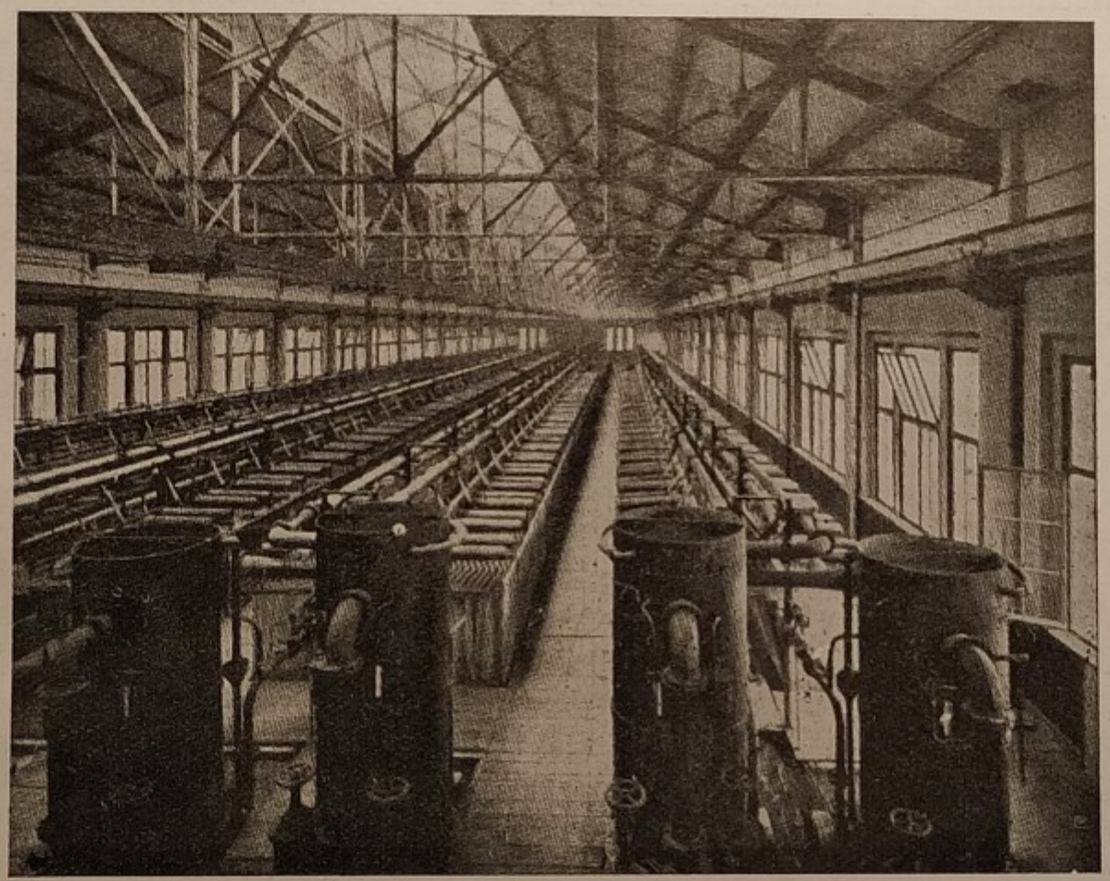


Fig. 48. — Stabilimento di Merano per la produzione dell'ammoniaca sintetica (sala degli elettrolizzatori).

Questi sali, veri composti di addizione, si chiamano *sali d'ammonio* perché chiamasi *ammonio* il radicale monovalente $-NH_4$ che manifesta proprietà analoghe a quelle dei metalli. Si hanno così i seguenti sali di ammonio principali:

$3NH_3 + H_3PO_4 = (NH_4)_3PO_4$	fosfato d'ammonio
$2NH_3 + H_2SO_4 = (NH_4)_2SO_4$	solfato d'ammonio
$2NH_3 + H_2CO_3 = (NH_4)_2CO_3$	carbonato d'ammonio
$NH_3 + HNO_3 = NH_4NO_3$	nitrato d'ammonio
$NH_3 + HCl = NH_4Cl$	cloruro d'ammonio

In tal modo l'azoto che in NH_3 era trivalente, $N\begin{matrix}/H\\—H\\\backslash H\end{matrix}$, nei sali d'ammonio diventa pentavalente $Cl—N\begin{matrix}/H\\—H\\—H\\\backslash H\end{matrix}$. (Per questi si veda più avanti: ammonio).

4. **Usi.** — Serve per moltissime industrie: per sgrassare la lana e smacchiare panni, per frigoriferi e nell'industria del ghiaccio artificiale (liquefatta quando si fa poi evaporare assorbe calore come si è visto per SO_2 e si vedrà per CO_2), per preparare varie sostanze coloranti, per vari medicinali; ma l'applicazione più importante è quella di preparare fertilizzanti, per cui viene trasformata in solfato, fosfato e nitrato di ammonio. Inoltre serve per gli svenimenti, per combattere l'ubbriachezza e per neutralizzare il veleno delle punture delle api e vespe; infatti poiché tale veleno è a base di acido fórmico (vedi: *Acidi organici*), questo, reagendo con NH_3, dà origine a formiato d'ammonio innocuo.

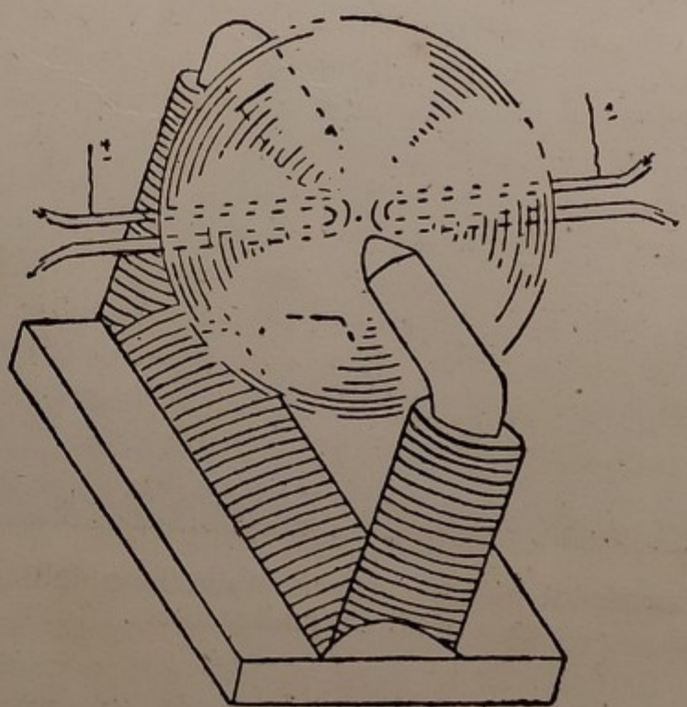


Fig. 49. — Schema del forno Birkeland-Heyde per la sintesi dell'acido nitrico.

3. - **ACIDO NITRICO** HNO_3. — Come si è visto a proposito della legge delle proporzioni multiple, l'N può formare con l'O cinque ossidi-anidridi (N_2O, NO, N_2O_3, NO_2, N_2O_5) nei quali si comporta da mono- bi- tri- tetra- pentavalente, e dai quali hanno origine i rispettivi acidi e poi i rispettivi sali. Di tutte però la più notevole è N_2O_5 (anidride nitrica) da cui deriva HNO_3, acido nitrico ($N_2O_5 + H_2O \Longrightarrow 2HNO_3$).

1. **Stato naturale.** — Tracce di HNO_3 libero, si hanno nel-

l'atmosfera soprattutto dopo forti temporali in conseguenza di scariche elettriche. Notevolissimi i suoi minerali nitrati (KNO_3, $NaNO_3$) derivati dall'azione dell'HNO_3 prodotto per ossidazione dell'NH_3 operata dai batteri nitrificanti.

2. **Preparazione.** — Si ottiene in due modi:

1°) Per azione dell'acido solforico (che fornisce l'H) sul nitrato di sodio (che fornisce NO_3):

$$NaNO_3 + H_2SO_4 \Rightarrow NaHSO_4 + HNO_3$$

Si forma così, oltre ad acido nitrico, solfato acido di sodio, usato nelle industrie. Ma questo metodo non ha più tanta importanza.

2°) Per *sintesi diretta degli elementi* N, H, O, imitando così quanto avviene in natura durante i temporali.

Facendo passare una corrente d'aria attraverso speciali archi voltaici a disco situati tra potenti campi magnetici, sotto l'azione delle scariche elettriche, si obbliga la combinazione di N con O; in seguito, mediante altra ossidazione e assorbimento d'acqua si ha HNO_3. Questo viene spesso fatto precipitare su un pavimento di calcare, ottenendosi così *nitrato di calcio* $Ca(NO_3)_2$, o *nitro di Norvegia*, ottimo concimante.

Questo processo in cui la materia prima (l'aria) non costa nulla, richiede però grandi quantità di energia elettrica per cui è conveniente dove questa ha basso costo, come è per le zone ricche di acqua in caduta (Alpi, Norvegia, Canada).

L'Italia è alla testa degli Stati nella produzione di NH_3 e di HNO_3 sintetici (stabilimenti di Merano, ecc.).

3. **Proprietà.** — L'HNO_3 è un liquido incoloro; quello del commercio (68 % di concentrazione) chiamasi *acqua forte*. All'aria e alla luce si altera colorandosi in giallo (una goccia di HNO_3 rende gialla la pelle). Per tale facile decomponibilità è un energico ossidante, proprietà che è mantenuta dai suoi composti. È uno degli acidi più energici, purché sia un po' diluito: così scioglie tutti i metalli eccetto l'oro e il platino, i quali sono sciolti invece dall'*acqua regia* (miscela di 1 vol. di HNO_3 con 3 di HCl) in quanto questa sviluppa cloro libero che intacca i due metalli nobili formando i rispettivi cloruri.

Per provare se un oggetto è d'oro, se ne fa una traccia sulla pietra di paragone (SiO_2, selce), e su questa si fa agire HNO_3; se la traccia scompare, non è oro, se rimane, è oro; e a seconda del quantitativo rimasto si può calcolare il titolo di oro contenuto.

4. **Usi.** — La sua produzione è legata a quattro grandi industrie: degli *esplosivi* (nitrocellulosa, nitroglicerina, ecc.), per la facile decomponibilità; dei *coloranti gialli*, per la colorazione assunta quando si altera; dell'*acido solforico*, per il suo potere fortemente ossidante; dei *concimi*, per l'N contenuto nella molecola.

Serve inoltre per la fabbricazione dei vari nitrati, e per le incisioni sul rame (= all'acquaforte).

CAPITOLO XV.

Fosforo e suoi composti

1. - **FOSFORO** (P = 31; tri-pentavalente). — Non si trova libero in natura per la facilità con cui si ossida. In combinazione è però molto diffuso, trovandosi sotto forma di fosfati in tutti i terreni, soprattutto sotto forma di *fosforiti*.

Dai terreni passa alle piante e in queste si formano composti fosforati complessi (specialmente nell'embrione dei semi); tali composti subiscono altre trasformazioni nell'organismo animale, e si formano composti organici nei tessuti nervosi mentre si forma fosfato tricalcico, $Ca_3(PO_4)_2$, nelle ossa. Dai residui organici passano nel terreno, mineralizzandosi, anche i composti in P, che poi passano di nuovo alle piante ecc., e così si compie il **ciclo del fosforo.**

In modo analogo si compie il **ciclo dell'azoto** (e anche di *C*, di *S* e *K* ecc.) che le piante prendono specialmente dai nitrati formandosi dopo gli albuminoidi vegetali e animali; questi sono poi destinati a subire la *putrefazione* ammoniacale e poi la *nitrificazione* per ossidazione provocata dai bacteri nitrosi e nitrici.

Il fosforo ottenuto artificialmente dai fosfati minerali o dalle ossa, è conosciuto sotto due stati:

1°) **fosforo giallo,** energico riducente, cereo-giallastro, molle, fosforescente, velenosissimo;

2°) **fosforo rosso,** derivato da quello giallo, polvere rosso-bruna, non fosforescente, non velenoso.

Brucia sviluppando vapori di P_2O_3 (anidride fosforica). Quello rosso è usato, in sostituzione di quello giallo velenosissimo per la fabbricazione dei fiammiferi.

Per convenzione internazionale (Berna 1906), l'uso del P giallo per fiammiferi è proibito. L'accensione del P nelle capocchie è agevolata da sostanze ossidanti quali $KClO_3$, MnO_2, PbO_2 ecc. aggiungendovi sostanze collanti come gomma arabica, oltre a polvere di vetro per far aumentare l'attrito durante lo strofinio.

Si fabbricano anche fiammiferi senza fosforo come elemento libero (sostituito da sesquisolfuro di fosforo) e anche *fiammiferi di*

sicurezza i quali portano sulla capocchia la sola miscela ossidante mentre il fosforo, opportunamente mescolato, viene incollato sullo sfregatoio. Basta strofinare su tale sfregatoio una pasticca di $KClO_3$ per osservare la piccola fiammella.

2. - **FOSFORITI.** — Le fosforiti sono rocce fosfatiche formate da depositi organogeni ricche di fosfato di calcio, amorfi, costituenti strati potenti e di grande estensione. Banchi importantissimi sono quelli dell'Algeria, Tunisia, Florida, Carolina; anche noi abbiamo in piccola quantità al Capo Santa Maria di Leuca. Si spera tuttavia di trovarne nella Tripolitania al confine con la Tunisia.

Altre rocce (o minerali) fosfatiche sono le *apatiti,* diffuse specialmente nelle zone vulcaniche recenti o antiche. Fosforiti vere e apatiti servono, dopo trattamenti speciali (vedi avanti) quali ottimi concimanti fosfatici.

3. - **FOSFATI.** — Le anidridi più notevoli del fosforo sono la fosforosa e la fosforica da cui derivano i rispettivi acidi e poi i rispettivi sali.

Nell'*anidride fosforosa* P_2O_3 $\begin{matrix} P=O \\ \quad\rangle O \\ P=O \end{matrix}$, il fosforo è trivalente;

nell'*anidride fosforica* P_2O_5 $\begin{matrix} \quad=O \\ P=O \\ \quad\rangle O \\ P=O \\ \quad=O \end{matrix}$ il fosforo è pentavalente.

Da quest'ultimo deriva l'*acido fosforico* H_3PO_4

$$P_2O_5 + 3H_2O \Rightarrow 2H_3PO_4$$

Dall'acido fosforico derivano i *fosfati,* diversi non solo in riguardo al metallo sostituente gli idrogeni, ma anche al numero degli atomi di H sostituiti.

Per il sodio ad esempio si avranno i seguenti tre:

Na_3PO_4 fosfato *neutro* di Na (o *tri*-sodico);
Na_2HPO_4 » *mono*-acido di Na (o *bi*-sodico);
NaH_2PO_4 » *bi*-acido di Na (o *mono*-sodico).

Analogamente per il calcio, si hanno i tre seguenti:

$Ca_3(PO_4)_2$ fosfato *neutro* di Ca (o *tri*-calcico);
$CaHPO_4$ » *mono*-acido di Ca (o *bi*-calcico);
$Ca(H_2PO_4)_2$ » *bi*-acido di Ca (o *mono*-calcico).

Il primo è presente nelle ossa e nelle rocce fosfatiche, ma non è assorbibile dalla vegetazione, il secondo, normalmente neppure, il terzo sì, oltre ad essere solubile. È vero che anche il tricalcico e il

bicalcico col tempo, per azione di acidi del terreno, possono trasformarsi in monocalcico e venire così utilizzati dalle piante, ma il processo è lungo e, ai fini dell'agricoltura, è meglio affidare al terreno anziché ossa e fosforiti, e cioè fosfati inassorbibili se non col tempo, fosfati monocalcici, ottenuti dall'industria rapidamente assorbibili: e cioè *superfosfati* e *perfosfati*.

4. - **SUPERFOSFATI.** — Le ossa, le fosforiti e le apatiti vengono a questo scopo opportunamente trattate con H_2SO_4

$$Ca_3(PO_4)_2 + 2H_2SO_4 \rightleftharpoons 2CaSO_4 + Ca(H_2PO_4)_2$$

Si ottiene così una miscela di solfato di calcio (utilissimo come correttivo di terreni) e di fosfato monocalcico (utilissimo come concimante d'azione immediata) che va sotto il nome di **superfosfato** o semplicemente di **perfosfato.**

Per la *preparazione dei* **perfosfati**, i *minerali fosfatici* o le ossa, private queste della parte organica (= *osseina* che serve per la fabbricazione di colle e gelatine) dopo essere stati finemente macinati vengono trattati in macchine mescolatrici con acido solforico al 60-66 % e i perfosfati ottenuti vengono poi essiccati, polverizzati e messi in sacchi. I *perfosfati* possono contenere varie impurezze secondo le materie prime, del $Ca_3(PO_4)_2$ inalterato, acido solforico e fosfati liberi ecc. Però, dopo un certo tempo, i perfosfati *retrogradano,* e cioè tendono a ritornare fosfati neutri e monoacidi insolubili, diventando perciò inutili alla vegetazione perché inassorbibili.

H_3PO_4

fosfato monocalcico $Ca(H_2PO_4)_2$

" bicalcico $Ca_2(HPO_4)_2 = CaHPO_4$

" tricalcico $CaPO_4$

KH_2PO_4 fosfato monopotassico

K_2HPO_4 " bipotassico

K_3PO_4 " tripotassico

CAPITOLO XVI.

Carbonio e suoi composti

1. - **CARBONIO** (C = 12; tetravalente). — Il carbonio è molto diffuso, in combinazione, in molti minerali (carbonati) tra i quali sono notevoli la *calcite* ($CaCO_3$), la *dolomite* [$CaMg(CO_3)_2$] e la *siderite* ($FeCO_3$); inoltre in tutte le sostanze organiche, tanto che la caratteristica di queste è appunto quella di contenere sempre carbonio.

Il carbonio puro allo stato nativo si presenta sotto due modificazioni allotropiche (1) e cioè: il *diamante* e la *grafite*. I carboni, tanto naturali che artificiali, oltre a carbonio, contengono molte altre sostanze.

Fig. 50. — Un brillante, una matita e un pezzo di carbone sono corpi semplici costituiti dello stesso elemento (C).

Il carbonio, tanto grafite che diamante, è infusibile ed inattaccabile dagli acidi; possono però ambedue bruciare, sviluppando anidride carbonica.

2. - **DIAMANTE.** — Cristallizza in belle forme derivate dall'ottaedro. La sfaldatura è perfetta secondo le facce dell'ottaedro, il che è importante scorgere ad occhio da chi *taglia diamanti*. Lucentezza viva, detta per l'appunto adamantina, con elevato potere

(1) Un corpo semplice si dice che può trovarsi in diversi *stati allotropici* quando può presentarsi sotto forme diverse in modo che ognuna, per quanto costituita dallo stesso elemento ha particolari proprietà fisiche (colore, peso specifico), proprietà chimiche e forme cristallografiche diverse. Così il carbonio possiede due stati allotropici (diamante, grafite) e il fosforo pure due (giallo e rosso).

di rifrazione; se puro è limpido ed incolore, altrimenti è giallo, verde, raramente nero. Durezza = 10.

Vi sono tre qualità di diamanti: il *vero diamante,* con struttura cristallizzata; il *bort,* a noduli fibroso-raggiati, usato per perforatrici o per levigare diamanti; il *carbonado,* amorfo, nero.

Giacimenti. — Vi sono: 1°) *Giacimenti primari* nei quali cioè il diamante trovasi nel medesimo posto dove la prima volta si formò. Sono importantissimi, tra questi, quelli dell'Africa Australe, presso Pretoria e Kimberley. Qui trovasi nello strato superficiale alterato

Fig. 51. — Brillante.

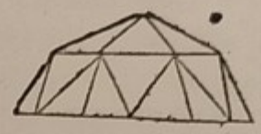


Fig. 52. — Rosetta.

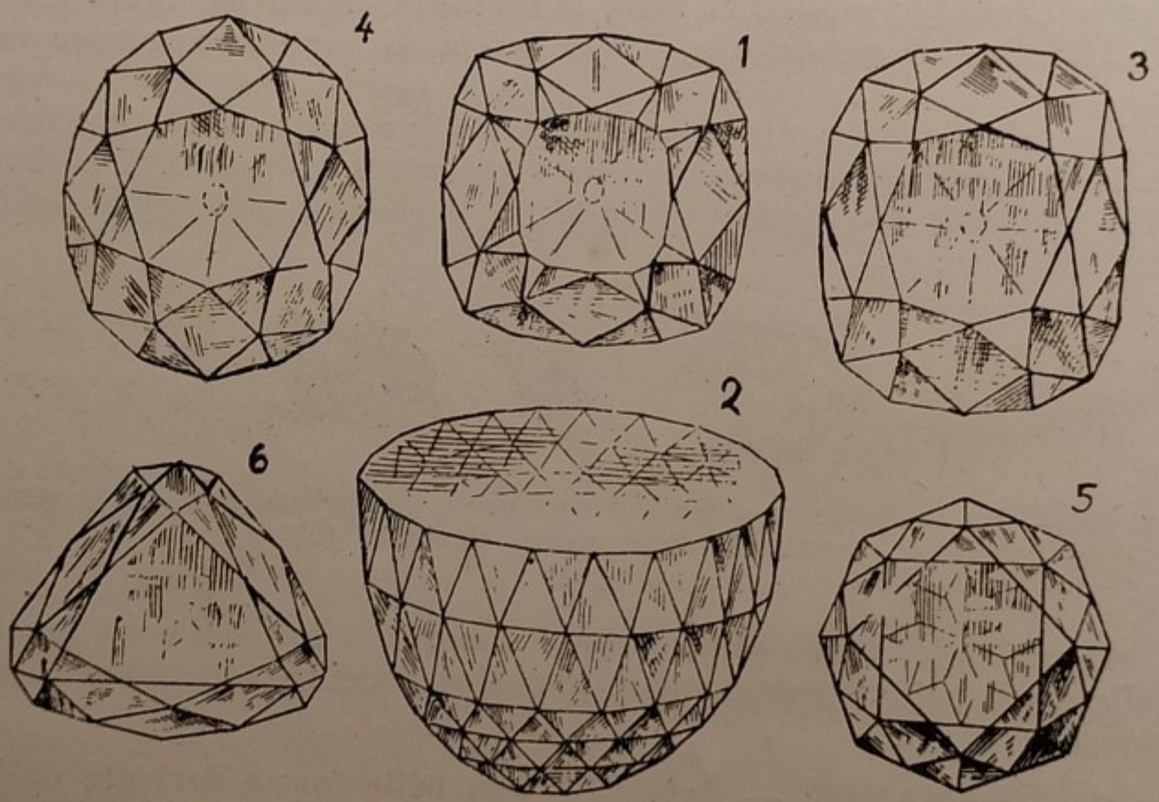


Fig. 53. — 1. Reggente; 2. Gran Mogol; 3. Stella del Sud; 4. Ko-hi-noor. 5. Pascià d'Egitto. 6. Nassau.

di una roccia vulcanica che forma intrusa fra le altre rocce più antiche, come un imbuto (l'antico camino vulcanico).

2°) *Giacimenti secondari* invece, dove cioè il diamante non si trova al suo posto di origine, ma quivi trasportato, sono quelli alluvionali, di trasporto di fiumi, d'alluvioni antiche o recenti. I

fiumi evidentemente provengono da montagne le cui rocce contengono diamanti; nelle sabbie poi si trovano di preferenza diamanti ed altre gemme preziose, perché essendo queste pochissimo attaccabili chimicamente dall'acqua e durissime, non furono disgregate e vennero quindi abbandonate inalterate.

Giacimenti simili si trovano nel Brasile (Diamantina, Minas Geraes), nel Bengala, nell'Africa Australe, a Borneo.

La produzione dei giacimenti africani è però enormemente superiore a quella di tutti gli altri, ed avrebbe portato ad una svalutazione della pietra se non si fosse costituito in tempo un « trust » per limitare la produzione annua del prezioso minerale.

Usi. — La varietà *bort* viene usata per smeriglio e pulitura di pietre preziose. La varietà *carbonado* per punte da perforatrici, sostituita oggi dal *carborundum* (carburo di silicio CSi, dur. 9 ½).

Il vero diamante invece, pregiato per la sua durezza, inalterabilità, per le sue singolari proprietà ottiche di dispersione e di rifrazione, è usato come gemma. A tal fine viene lavorato a *brillante* od a *rosetta;* il primo ha maggior valore perché, nella sua lavorazione, si perde maggior quantità di materia che non per ottenere le rosette. Vengono pesati in *carati* (1/5 di grammo) od in grani (1/4 di carato = 1/20 di grammo) ed il loro valore aumenta in ragione geometrica crescendo il peso in ragione aritmetica.

3. - **GRAFITE.** — Detta anche piombaggine. Carbonio puro come il diamante; colore grigio piombo. Durezza = 1.

Minerale abbastanza frequente in straterelli, nuclei, nelle rocce più diverse. Mentre i grandi giacimenti della Siberia (coltivati da Faber), di Ceylon, del Canada, della Baviera (Passau) e Boemia sono legati a fenomeni vulcanici, altri giacimenti invece sono dovuti ad una profonda ed antichissima metamorfosi di avanzi fossili carboniosi.

Discreta importanza hanno da noi i giacimenti delle valli di Pinerolo (Chisone e Pellice).

Usi. — È usata, mista con argilla ecc., per fabbricare matite; per crogiuoli refrattari (sia perché infusibile, sia perché non si fessura negli sbalzi di temperatura) eccellenti per la fusione dei metalli; come lubrificante, secca o mista con olio; per difendere dalla ruggine il ferro (stufe); in galvanoplastica, per rendere conduttori gli oggetti da rivestire di metallo (argentatura, nichelatura).

4. - **CARBONI FOSSILI.** — Di questi importantissimi giacimenti che contengono una forte percentuale di carbonio, parleremo a proposito dei combustibili fossili.

5. - **CARBONI ARTIFICIALI.** — Tra i carboni artificiali sono notevoli:

1. Il **carbone coke,** residuo della distillazione del carbone per ottenere catrame, ammoniaca e gas illuminante; risulta molto vacuolare per la perdita delle varie sostanze in seguito alla distillazione; è usato in metallurgia e per riscaldamento.

2. **Carbone di storta.** — È molto compatto, ed è costituito dall'insieme della polvere di carbone che si è incrostata nell'interno delle storte usate nella distillazione del carbon fossile. Serve per pile e per archi voltaici.

3. **Carbone di legna.** Viene preparato da cataste di grandi quantità di legna ricoperte con sabbia e terriccio in modo da limitare l'entrata e la circolazione dell'aria. Nella catasta si lasciano qua e là dei piccoli vani (venti) per l'uscita dei gas della combustione e si lascia pure sulla fronte una specie di apertura, o porta, per l'accesso alla limitata quantità d'aria occorrente.

Fig. 54. — Catasta di legna per carbone, in sezione e durante la combustione.

Accesa la catasta, la combustione avviene in difetto d'aria e quando il fumo, dapprima scuro e denso, diventa chiaro, si spegne la catasta chiudendo le aperture; ed infine resta una massa carboniosa, uguale a circa il 20 % del legno primitivo.

Il carbone di legna serve pure, finemente polverizzato, alla fabbricazione della polvere pirica (e per quest'uso serve bene il carbone di legna dolce perché più facilmente infiammabile), come depurante avendo la proprietà di assorbire grandi quantità di gas (strati depuranti sul fondo dei pozzi d'acqua per uso domestico), e finemente polverizzato si adopera pure come disinfettante intestinale: per tale scopo, solo o accompagnato con altre sostanze medicinali, è preferito il carbone di pioppo o di tiglio.

Per la proprietà di assorbire i gas il carbone fu anche usato nei filtri delle maschere protettive antigas preferendosi per questo uso il legno dei gusci delle noci di cocco e di altri legni duri.

4. Il **nero fumo** come polvere impalpabile, viene ottenuto facendo lambire le fiamme fuliginose di prodotti catramosi, di gas delle regioni petrolifere (in America) ecc. con dischi e cilindri ruotanti, raffreddati, venendo man mano raschiato. Serve per vernici e lucidi da scarpe.

5. Il **nero animale** è preparato dalle ossa sgrassate — trattate preventivamente o non con HCl per sciogliere la parte minerale — le quali dopo macinazione vengono carbonizzate in cilindri chiusi di ferro: il carbone animale ha la proprietà di assorbire varie sostanze coloranti e se ad es. si mescola con del vino, questo filtra, dopo, decolorato. Usato per la decolorazione dello zucchero e di sciroppi, dopo usato perde il potere decolorante ma viene *rivivificato* facendolo opportunamente fermentare, trattandolo poi con acidi, alcali e riscaldandolo. Però il potere decolorante risulta diminuito e con successive rivivificazioni si può usare una ventina di volte; il residuo si adopera infine come concime fosfatico.

6. - **OSSIDO DI CARBONIO** CO. — È un gas che si produce quando il C brucia in difetto di ossigeno; agisce perciò da riduttore tendendo a trasformarsi in CO_2; è per questo motivo che rappresenta un gas velenoso. L'aria che ne contenga anche solo l'1,5 ‰ produce la morte in meno di mezz'ora.

È contenuto nel gas illuminante, essendo leggermente combustibile, e si produce pure, sotto forma di *gas d'acqua,* egualmente combustibile, gettando sul carbone rovente dell'acqua

$$C + H_2O \Rightarrow CO + H_2$$

7. - **ANIDRIDE CARBONICA** CO_2.

1. **Stato naturale.** — Trovasi nell'aria (0,4 %) proveniente dai processi di combustione, respirazione, fermentazione e da fenomeni vulcanici o a questi connessi: Grotta del Cane nei Campi Flegrei (Agnano), Valle della Morte a Giava, soffioni boraciferi a Lárderello; talora abbondante anche in acque sorgive.

2. **Preparazione.** — Si ottiene in diversi modi:

1°) dalla *calcinazione* della calcite ($CaCO_3$) o della magnesite ($MgCO_3$):

$$CaCO_3 \Rightarrow CaO + CO_2$$

$$MgCO_3 \Rightarrow MgO + CO_2$$

rappresentando così un sottoprodotto della calce viva o, meglio, della magnesia purgativa;

2°) dall'azione di un *acido diluito sul marmo* ($CaCO_3$)

$$CaCO_3 + 2HCl \Rightarrow CaCl_2 + CO_2 + H_2O$$

La reazione, che è quella caratteristica del calcare, è resa ben manifesta dalla *effervescenza,* tipica sempre per la CO_2;

3°) si utilizza spesso anche le CO_2 delle *sorgenti naturali* (soffioni boraciferi), della *fermentazione della birra,* delle *comuni combustioni* (di legno, di carbone, ecc.): infatti le più comuni combustioni, data la diffusione del C in natura e nei prodotti artificiali (carta, zucchero, ecc.), dànno quasi sempre origine a CO_2.

3. **Proprietà.** — Gas incolore e acidulo. È più pesante dell'aria, può perciò essere travasato in un bicchiere come un liquido, ed è per questo che occupa gli strati inferiori della Grotta del Cane (determinando l'asfissia dei cani). Solubile in acqua (è per questo che chiamasi anche acido carbonico: $CO_2 + H_2O = H_2CO_3$); facilmente liquefacibile (a 0° con 33 atmosfere) e solidificabile (in zoilette = *ghiaccio secco, neve solida*). Non è velenosa ma inutile alla respirazione, perciò determina non avvelenamenti (come CO), bensì asfissie. Non è combustibile rappresentando il prodotto completo della combustione di C, e una candela immersa in CO_2 si spegne (uso delle spie nelle tinozze in fermentazione).

4. **Usi.** — Viene impiegata nella produzione delle gassose, di vini spumanti artificiali (nei naturali è sciolta quella stessa derivata dalla fermentazione), per la preparazione della Soda Solway, ecc.

Liquida (in bombole provate a 250 atmosfere), dato l'assorbimento di enormi quantità di calore nella evaporazione, serve per spegnere incendi e, inoltre, come NH_3 e SO_2 liquefatte, per frigoriferi.

8. - **CARBONATI.** — Dalla soluzione acquosa di CO_2 si ha H_2CO_3, che non si conosce libero in natura, e da acido carbonico si hanno i carbonati. La maggior parte sono minerali e trattati con acidi dànno quasi sempre sviluppo di CO_2 effervescente.

I più importanti (che avremo occasione di vedere meglio in seguito), sono:

la **calcite** $CaCO_3$, carbonato di calcio (marmi e pietra calcare);

la **magnesite** $MgCO_3$, carbonato di magnesio;

la **dolomite** $MgCa(CO_3)_2$, carbonato doppio di calcio e magnesio;

la **cerussite** $PbCO_3$, carbonato di piombo;

la **siderite** $FeCO_3$, carbonato di ferro.

In generale cristallizzano nelle stesse forme e tale fenomeno, che avremo occasione di vedere meglio a proposito dell'allume, chiamasi *isomorfismo.*

CAPITOLO XVII.

Silicio e silicati

1. - **SILICIO** (Si = 28; tetravalente). — Mentre l'elemento C ha grande importanza come costituente delle sostanze organiche, il silicio che, dopo l'O è sulla Terra l'elemento più abbondante (25 %), è il costituente principale dei minerali, soprattutto di quelli d'origine vulcanica; e la crosta terrestre è prevalentemente un miscuglio di silicati. sopratutto di Al. Non esiste libero in natura. Quello ottenuto per riduzione di sabbia silicea (SiO_2) è una polvere nera usata: per preparazione di leghe di ferro dure e resistenti agli acidi (ferro-silicio) e per la produzione di *carborundum* SiC (carburo di silicio) importante per la sua durezza (= 9,5) come materiale abrasivo, invece dello smeriglio o della polvere di diamante, per mole.

I principali composti naturali contenenti silicio sono:

1°) il *biossido di silicio,* o *anidride silicica, selce, silice*, nelle sue varietà: quarzo, calcedonio, opale; è abbondante anche in alcuni vegetali: a impregnare i frustuli delle diatomee, gli steli di coda cavallina, l'epidermide di molte graminacee;

2°) i *silicati,* grande schiera di minerali importantissimi perché è di essi che in massima parte è costituita la crosta terrestre; poiché sono quasi tutti di origine vulcanica (lave. graniti, ecc.) e perché è dal disgregamento e dalla alterazione di essi che ha origine in massima parte il terreno superficiale adatto alla vegtazione.

2. - **QUARZO** SiO_2 (anidride silicica, biossido di silicio, silice). — Cristallizza in forme prismatiche cuspidate con cristalli sovente raggruppati in druse e in *geminati a ginocchio*. Durezza = 7. Lucentezza vitrea, incolore se puro, assume invece le più varie colorazioni se è impuro. Fusibile solo nel forno elettrico. Inattaccabile dagli acidi comuni è invece attaccato dall'acido fluoridrico (HF), come il vetro: d'altronde il vetro è un miscuglio di silicati derivati da fusione del quarzo con carbonati.

Le varietà sono numerosissime, non tanto per le diverse forme di cristallizzazione, quanto per le inclusioni che può contenere. che

sono la causa dei colori e dei particolari fenomeni ottici che si riscontrano nel quarzo.

Fig. 55. — Cristallo bipiramidato di Quarzo.

Fig. 56. — Drusa di Quarzo, cristallo di rocca.

Quarzo jalino o cristallo di rocca se puro, limpido incolore; *ametista* di color violetto per sostanze organiche incluse; *quarzo af-*

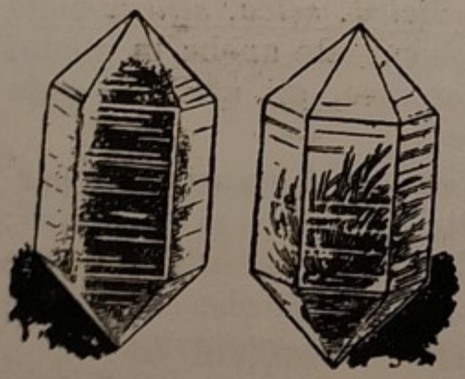


Fig. 57. — Inclusioni, nel quarzo, di clorite ed amianto.

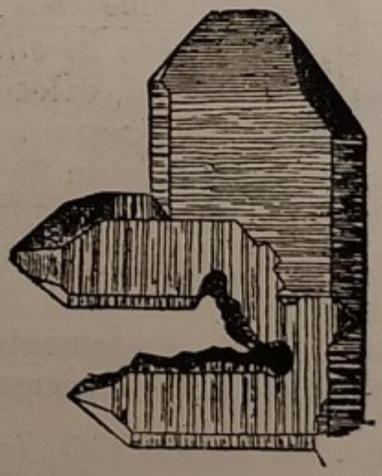


Fig. 58. — Geminato a ginocchio di Quarzo. Osservare le striature che sono parallele alla intersezione del prisma con la Bipiramide.

fumicato, nero per sostanze carboniose; *quarzo rubiginoso,* rosso scuro per limonite; *quarzo giallo,* detto anche *falso topazio* (il vero topazio ha molto maggior valore); *quarzo capelli di Venere,* conte-

nente ciuffi di cristalli filiformi di altri minerali; *diaspri,* varietà compatte, microcristalline, tinte nei colori più vari, zonati, screziati, macchiati, usati come materiale da decorazione ed anche come *pietra di paragone* (per l'esame dell'oro con HNO_3).

È uno tra i minerali più abbondanti e diffusi, sia come componente essenziale che accessorio nelle più diverse rocce di varia origine. Così trovasi nel *granito* (origine vulcanica); nei *filoni metalliferi* (origine post-vulcanica); nelle *sabbie* (origine sedimentare: e qui trovasi perché è quasi inattaccabile dall'acqua e dagli agenti atmosferici).

Alcune varietà belle (ametista, quarzo giallo) vengono adoperate come pietre semipreziose. Il cristallo di rocca viene lavorato, tagliato, inciso, per oggetti d'ornamento. Il quarzo comune poi viene usato nelle vetrerie e per la fabbricazione di speciali mattoni refrattari, infusibili e chimicamente inerti colle sostanze a contatto.

3. - **CALCEDONIO.** — È una modificazione della anidride silicica (SiO_2). Non si presenta mai in cristalli, ma in aggregati cri-

Fig. 59. — Calcedonio concrezionato mammellonare.

Fig. 60. — Il medesimo che, tagliato e levigato, ci appare formato da tante zone concentriche (= agata).

stallini, fibroso-raggiati, compatti, minutissimi, presentandosi nel complesso esternamente a forma concrezionare, mammellonare, zonata. Color biancastro se puro, è invece generalmente colorato per varie impurità.

Le principali varietà sono: *corniola* se rossastra, usata per suggelli, intagli da anelli, ecc.; *agata,* varietà zonate, a colori diversi; *onice* è un'agata con gli strati adiacenti dalle tinte molto diverse, usata per cammei; *selce piromaca* o pietra focaia, in noduli e arnioni.

Il calcedonio, sotto qualsiasi varietà e forma ha una origine prettamente sedimentare chimica, generalmente da acque calde, che contenendo in sospensione SiO_2, l'hanno abbandonata ad incrostare

cavità o fessure delle rocce, formando così *geodi* e *filoncelli;* nel mezzo della cavità libera hanno potuto svilupparsi dei cristalli di quarzo, mentre lungo le pareti l'anidride silicica SiO_2 si è concrezionata sotto forma di calcedonio.

4. - **OPALE.** — È ancora silice, ma idrata ($SiO_2.nH_2O$) non cristallizzata, colloide. Col tempo, o fortemente riscaldata, perde l'acqua, che in parte però può riacquistare. Lucentezza vitrea, meno dura delquarzo (durezza = 5,5).

Fig. 61 — Agata sezionata e levigata. Ogni zona è formata d'infiniti cristalli fibrosi-aciculari, finissimi, compatti, tanto da poterli appena distinguere col microscopio.

Le principali varietà sono: *opale nobile* opalescente, con riflessi interni brillanti e dorati (Messico, Ungheria);

Geyserite, continuamente abbandonata dalle acque caldissime silicifere dei Geysers che ne incrostano i conetti (Nuova Zelanda; Parco Nazionale di Jellowstone negli Stati Uniti);

Opale xiloide (xilopale) o legno nel quale la silice idrata ha sostituito molecola per molecola la materia organica. Certo bisogna ammettere che questi alberi siano stati coperti, o liberi o inclusi nel terreno, da acque termali silicifere (Cairo, Arizona negli Stati Uniti, deserto libico);

Tripoli o *Farina fossile* o *Terra di Santa Fiora,* giallastra o bianca, pulverulenta, costituita da minutissimi scheletri (di silice idrata) di diatomee e radiolari. Trovasi in strati a Santa Fiora al Monte Amiata, presso Tripoli di Siria, sulle rive del Baltico (Königsberg).

È usata per pulire metalli ed anche per attenuare la violenza

di esplosione della nitroglicerina, unendola a quest'ultima per la fabbricazione della dinamite.

5. - **ACIDI SILICICI.** — Si possono ottenere tre principali acidi silicici, da cui derivano, teoricamente, tutti i silicati, artificiali e naturali.

Essi sono:

1°) l'**acido ortosilicico** H_4SiO_4, massa di aspetto gelatinoso;

2°) l'**acido metasilicico** H_2SiO_3, massa polverulenta, bianca, amorfa, derivata da H_4SiO_4 con sottrazione spontanea di acqua;

Fig. 62. — *Legno silicizzato* (opale xiloide) di Clover Creek nell'Idaho. Osservare come la struttura finissima del legno è rimasta inalterata.

3°) l'**acido trisilicico** $H_4Si_3O_8$, derivato dalla sottrazione di 4 mol. d'H_2O da 3 mol. di H_4SiO_4

$$(3H_4SiO_4 - 4H_2O \Rightarrow H_4Si_3O_8)$$

Da H_4SiO_4 derivano gli *ortosilicati;* es.: $MgFeSiO_4$
da H_2SiO_3 » i *metasilicati;* es.: $MgSiO_3$
da $H_4Si_3O_8$ » i *trisilicati;* es.: $KAlSi_3O_8$.

6. - **I PRINCIPALI SILICATI MINERALI.** — I silicati entrano a formare gran parte della crosta terrestre e sono i costituenti essenziali delle rocce vulcaniche.

La durezza dei silicati è molto vicina a quella del vetro (d'al-

tronde il vetro è una miscela di silicati) e l'aspetto è generalmente pietroso. Alcuni però sono teneri (talco) od hanno aspetto fibroso (amianto); pochissimo fusibili.

Alcuni contengono un solo metallo per base, altri due o più; alcuni contengono alluminio, altri no; alcuni sono elementi essenziali delle rocce, altri solo accessori, potendo cioè anche non esistere in quella roccia. I principali sono:

1. **Ortose** $KAlSi_3O_8$ (Vedi: alluminio).

2. **Leucite** $KAl(SiO_3)_2$ (Vedi: potassio).

3. **Pirosseni e anfiboli.** — Sono *silicati* molto vari di *magnesio* e *ferro*, potendo contenere però anche calcio, alluminio ecc. Cristallizzano nelle forme più diverse. Sono variamente colorati (formano anzi con le miche, gli elementi colorati delle rocce cristalline). Ambedue i gruppi sono, in generale, di origine vulcanica o derivano per fenomeni connessi a vulcanesimo.

4. **Granati.** — Anche i granati soo silicati molto diversi di Al, Fe, Ca, Mg, Mn, Cr; cristallizzano tutti in bellissime forme di cubi, rombododecaedri, ecc.

I principali sono: il *granato nobile* d'un bel rosso vinato, usato come gemma; il *piròpo* (occhio di fuoco) d'un bel rosso sangue.

Sono più o meno abbondanti nelle rocce vulcaniche, sovente in così grossi cristalli da rendere bernoccoluta la roccia, ed anche nelle sabbie insieme con altre gemme preziose (Africa Australe) avendo una durezza rilevante (= 7,5), ed essendo poco attaccabili dagli agenti atmosferici.

Se limpidi, sono molto usati come gemme; altre varietà rosse, chiamate impropriamente rubini (vedremo poi che cosa è il vero rubino), sono usate per cuscinetti di perni d'orologio; altre varietà vengono triturate e poi impiegate per la fabbricazione di carte abrasive.

5. **Pietre preziose diverse** (silicati) sono: lo *smeraldo* di color verde erba vivo e l'*acqua marina*, di color verde azzurrognolo pallido, chimicamente identici; il *topazio* (silicato d'alluminio fluorifero), giallo, usato come gemma di non alto valore, sempre però di maggior valore del falso topazio che abbiamo già visto essere quarzo giallo; *tormalina*, usata anche per istrumenti di fisica ottica (pinzette).

6. **Olivina** ($Mg_2SiO_4.Fe_2SiO_4$). Durezza 7. — Esiste anche in bei cristalli verdi (d'onde il nome!) usata allora come gemma preziosa (*crisolito*); ma la sua importanza deriva dal fatto che è un componente essenziale di molte rocce vulcaniche molto basiche e dal fatto che dalla alterazione dell'olivina deriva il minerale chiamato serpentino, una varietà del quale è l'amianto.

7. **Miche.** — Silicati di alluminio e K, Na, con o senza Mg e Fe. (Vedi: Alluminio).

8. **Serpentino.** — È un silicato idrato di magnesio; è derivato in generale dalla olivina per alterazione superficiale, come le rocce serpentinose derivano dalla alterazione di masse oliviniche. Durezza circa 3. Sono formati di rocce serpentinose: molti dossi scuri sporgenti sull'Appennino centro-settentrionale e molte elevate montagne delle Alpi (Monviso, Breithorn, Disgrazia). Esiste in diverse varietà:

1°) *Ranocchiaia*: usato per materiale da ornamentazione. Prato (Toscana).

2°) *Amianto*: varietà fibrosa a fibre lunghe e flessibili che si possono anche filare per farne tessuti. Infatti è usato per vestiti

Fig. 63. — Amianto fibroso a fibra discretamente lunga. Per quanto l'aspetto fibroso possa trarre in inganno, bisogna ricordare che l'Amianto non ha nulla in comune con i vegetali; è una roccia, un silicato, derivato dalla alterazione d'una roccia vulcanica.

incombustibili di pompieri ecc.; mentre gli scarti ed i detriti minuti vengono usati per fabbricare cartoni incombustibili e paste per materiali isolanti. In Italia si estrae il miglior amianto da tessuti in Valmalenco (Valtellina) ed in Val di Susa. Ma i giacimenti più abbondanti sono nel Canada e nell'Africa Australe.

9. **Talco** (vedi: Magnesio).

7. - **SILICATO DI SODIO** Na_4SiO_4. — È uno dei pochissimi silicati industriali utilizzati direttamente. È detto anche *vetro solubile* per il suo aspetto liquido e pastoso. Già noto agli alchimisti e chiamato *liquore di selci* (= selci rese solubili) viene preparato fondendo SiO_2 con Na_2CO_3 ed è usato per rendere incombustibili legno, tele, per mastici da unire vetri e porcellane, come sapone minerale venendo mescolato anche ai saponi comuni, per fissare i colori delle pitture murali, per conservare le uova chiudendone i pori, ecc.

8. - **COLLOIDI.** — Abbiamo visto che l'acido ortosilicico è una sostanza colloidale, amorfa, insolubile in acqua. È opportuno che ci soffermiamo ancora su questo argomento.

Quando una sostanza solida (e anche liquida e gassosa) si suddivide nella massa di un liquido si dice che si ha un *sistema disperso*:

il liquido costituisce il *mezzo dispersore* e la sostanza suddivisa la *sostanza dispersa*. Si possono presentare allora tre casi:

1°) Le particelle disperse sono visibili al microscopio ed allora si hanno le **sospensioni** (emulsioni, schiume): le particelle, che possono essere trattenute dai comuni filtri, tendono a cadere (o a galleggiare se sono meno dense del liquido) più o meno lentamente secondo le loro dimensioni e la densità del liquido.

2°) Le particelle non sono visibili al microscopio né sono trattenute dai comuni filtri, ma sono visibili all'ultramicroscopio e tendono a cadere con grandissima lentezza in relazione alle loro piccolissime dimensioni. Sono queste le **soluzioni colloidali.**

3°) Le particelle sono invisibili anche all'ultramicroscopio ed allora si hanno le **vere soluzioni** che si possono distinguere in *soluzioni molecolari* e *soluzioni ioniche* secondoché sono disperse solo le molecole oppure anche gli ioni.

Le soluzioni colloidali sono quindi *il termine di passaggio fra le sospensioni e le soluzioni vere* e presentano il vantaggio di rendere visibili e percettibili, se pure grossolanamente, i movimenti molecolari del liquido come i movimenti delle navi galleggianti rendono visibili da lontano i movimenti delle onde: le particelle colloidali si vedono infatti compiere all'ultramicroscopio dei movimenti rapidissimi e complicatissimi e tali che le traiettorie, anche per punti vicinissimi, sono sempre delle spezzate molto complicate; tali movimenti *browniani* (dal nome di chi erroneamente si ritiene li abbia per primo osservati (1) non sono influenzati né dagli urti esterni, né dalle variazioni di temperatura, né dall'intensità d'illuminazione, né dalle dimensioni delle particelle, e quindi non possono avere altra causa che i movimenti molecolari interni dei liquidi (2). Le particelle colloidali sono da considerare come grandi aggregati di molecole (uguali o diverse) o da *molecole molto grandi* quali quelle delle sostanze proteiche; ed il loro elevato peso molecolare è confermato dai piccolissimi ab-

---

(1) Prima che dal Brown i movimenti browniani erano stati osservati dallo Spallanzani.

(2) Nell'ultramicroscopio gli oggetti vengono illuminati trasversalmente all'asse delle lenti e le particelle (come punti luminosi e senza distinzione di contorni) vengono viste per diffusione nello stesso modo che si vedono per diffusione le particelle del pulviscolo atmosferico quando l'aria è attraversata da un fascio che non colpisce l'occhio. Se una soluzione colloidale si fa attraversare da un fascio di luce si vede il percorso dei raggi; invece non si vede il percorso di questi attraverso una soluzione molecolare, e perciò le soluzioni molecolari (e le soluzioni ioniche) si dicono *otticamente vuote*.

Oltre alle soluzioni ordinarie allo stato liquido, si hanno anche le *soluzioni solide* e tali sono le leghe metalliche, suddivisioni di uno o più metalli in un altro; e si possono considerare pure le *soluzioni allo stato gassoso* come ad es. le soluzioni di vapor d'acqua nell'aria nelle quali le molecole di H_2O sono più o meno dissociate secondo il grado di diluizione, la temperatura ecc. Quando si parla di soluzioni senz'altro si intendono le soluzioni acquose.

bassamenti dei punti di congelamento delle loro soluzioni oltre che dalle debolissime pressioni osmotiche delle soluzioni stesse.

Quando le soluzioni colloidali vengono poste in un campo elettrico, le particelle sospese si rivelano elettrizzate o tutte positivamente o tutte negativamente (quindi si dirigono tutte verso uno dei poli) e per questa ragione si sono distinti i *colloidi positivi,* come gli idrati di Fe e di Al, e i *colloidi negativi,* come l'argilla.

Altra proprietà dei colloidi è quella di poter *coagulare,* addensandosi le particelle in precipitati voluminosi che trattengono tenacemente l'acqua; ed allora si dice che i colloidi dallo stato di *soli* (*idro-soli* nel caso dell'acqua) passano allo stato di *geli* (*idro-geli,* nel caso dell'acqua), e si distinguono i *colloidi reversibili* dai *colloidi irreversibili* secondoché possono ripassare dallo stato di geli a quello di soli o non, dopo di essere stati essiccati.

I colloidi precipitano facilmente quando alle loro soluzioni vengono aggiunti degli elettroliti i quali forniscono ioni di carica opposta a quella dei colloidi stessi; se invece ad un colloide se ne aggiunge un altro di carica omonima, questo funziona da *colloide protettore* impedendo la coagulazione del primo.

Con le soluzioni degli elettroliti i colloidi formano poi dei *composti speciali di adsorbimento.*

I princìpi fertilizzanti vengono adsorbiti dai componenti colloidali del terreno (humus, argille) e ciò impedisce il loro disperdimento per azione dell'acqua, mentre il terreno è in condizione di fornirli lentamente alle piante. Anche i componenti delle cellule sono in massima parte sostanze colloidali e basterebbe ciò solo per dimostrare la grande importanza dei colloidi.

La distinzione fra colloidi e cristalloidi non può farsi in senso assoluto, potendo molte sostanze cristalline assumere — in condizioni opportune — lo stato colloidale, ed esistendo delle sostanze tipicamente colloidi che hanno struttura cristallina, pur non assumendo la forma esterna dei cristalli.

Per separare i cristalloidi dai colloidi si ricorre alla *dialisi* consistente nel porre la mescolanza della soluzione dei due tipi di sostanze in un recipiente col fondo di pergamena animale ed immergendo questa nell'acqua: attraverso la membrana passano soltanto le molecole dei cristalloidi.

9. - **VETRI E CRISTALLI.** — I *vetri,* sostanze solide *amorfe* e aventi la trasparenza dei fluidi, insolubili ed inattaccabili dai comuni reagenti, risultano ordinariamente da *miscele di silicati di Ca e Na, essendo questi sostituibili rispettivamente da Pb e K, ecc.*

Le **materie prime** per la fabbricazione dei vetri sono: la SiO_2, (sabbia, pietra focaia, quarzo); Na_2CO_3 e K_2CO_3 (soda e ceneri vegetali ed anche miscugli di Na_2SO_4 con carbone); il $CaCO_3$ (pietra di calce), sostituito nei cristalli da ossidi di piombo. Si usano poi: MnO_2

(*sapone dei vetrai*) come decolorante o per dare un silicato violetto; altri ossidi per vetri colorati; borace per dare maggiore trasparenza, ecc.

I miscugli intimi dei vari ingredienti, nelle proporzioni opportune e ben disseccati, vengono posti entro adatti crogiuoli in forni riscaldati a 1300°-1500° per far formare un liquido schiumoso dal quale si elimina la CO_2 e le impurezze galleggianti che costituiscono il *fiele del vetro*.

Facendo abbassare la temperatura a circa 750°, la massa diventa pastosa e plasmabile per potere venire lavorata *per colatura* in stampi, e *per soffiatura* ecc.: la soffiatura richiede grande resistenza fisica dell'operaio e grande abilità, e consiste nel soffiare attraverso ad una canna di ferro, lunga un paio di metri. ad un'estremità della quale fu fatta aderire la pasta vetrosa.

Le numerose varietà di vetro le quali differiscono per i componenti, le loro percentuali, le temperature di lavorazione ecc. si distinguono principalmente in *vetri comuni* e *cristalli*.

I **vetri comuni** si distinguono in *vetri cavi* e *vetri piatti*.

Fra i cavi i più ordinari sono quelli *da bottiglie*, colorati in giallo verdognolo, per le impurezze, e spesso bollosi. Fra i vetri più fini si hanno quelli *potassici* o di *Boemia*, perfettamente bianchi, poco fusibili e(se a pareti sottili) resistenti al calore anche per avere minimo coefficiente di dilatazione; per la loro durezza possono venire anche *molati* servendo per la fabbricazione dei *mezzi cristalli*.

Fra i vetri piatti si hanno le *lastre da finestre, da specchi*, che devono essere ben liscie per farvi aderire l'*Ag*, le *martellate*, con disegni in rilievo, le *armate*, racchiudenti reti metalliche; vengono ottenute, oltre che per colatura, per soffiatura (facendo formare un cilindro che poi viene tagliato secondo una generatrice e spianato) e per stiramento.

I **cristalli** sono *vetri piombiferi-potassici* che vengono preparati con materiali assai puri. Sono molto duri, rifrangenti, sonori, di peso specifico elevato, superiore a 3, mentre per gli altri vetri è circa 2,5. Fra i cristalli si distingue lo *strass*, più piombifero e contenente anche borace, col quale si imitano pietre preziose; in questo caso i cristalli vengono anche variamente colorati con minime tracce di ossidi metallici atti a dare le varie colorazioni.

I vetri da specchi si preparano generalmente ad alto tenore di SiO_2 e lo *strato speculare* che si faceva formare per compressione di amalgama di stagno (metodo ormai abbandonato per i gravi inconvenienti igienici derivanti dal mercurio, e perché in vari punti l'amalgama tendeva a cristallizzare e a staccarsi) si fa formare, con *nitrato d'argento ammoniacale* e sostanze organiche aventi proprietà riduttrici (aldeide formica, glucosio) e rinforzando a varie riprese lo strato di argento che si deposita e che complessivamente è di 1/10.000

di mm.! In questo, come nel caso precedente, lo strato è protetto poi da una vernice (minio rosso).

Analoghi ai vetri sono gli *smalti,* più fusibili, i quali si fanno formare sulle porcellane, maioliche e metalli, e come i vetri possono venire opacizzati e variamente colorati. Come *opacizzante* si aggiunge alle miscele SnO_2, e come *coloranti* si usano l'ossido di titanio, il $PbCrO_4$, il CdS per il giallo; per il rosso il Cu_2O nonché l'oro; per l'azzurro specialmente il CoO; per il verde il Cr_2O_3; per il violetto il MnO_2; per il bruno miscugli di vari ossidi di FeMn.

Difetti dei vetri sono le *bolle di gas* (non completamente eliminati durante la fusione), i *noduli* (particelle non fuse entro la massa: specialmente di silice), le disuguaglianze di spessore, le affumicature, le macchie ecc., nonché le *devetrificazioni,* e cioè le iniziali cristallizzazioni di alcuni componenti le quali tanto nuocciono alla trasparenza del vetro; la devetrificazione si provoca però per qualche vetro speciale come il *vetro-ghiaccio.*

Per avere i *vetri smerigliati* si espongono, in parte ricoperti di cera, ai vapori di HF, ma si possono ottenere anche meccanicamente con getti di sabbia fine.

La *lana di vetro,* usata per filtrare liquidi corrosivi e anche per guarnizioni speciali di vestiti, è ottenuta stirando bacchette di vetro fuse e facendo avvolgere i sottilissimi fili ottenuti in aspi.

La scoperta del « liquido-solido » che permette il riscaldamento degli ambienti senza privarli della luce solare (il vetro è trasparente pei raggi luminosi e calorifici luminosi, è opaco pei raggi calorifici oscuri) e senza il quale non si sarebbero realizzati i massimi progressi delle scienze, è antichissima, e può venire spiegata dal causale forte riscaldamento di una mescolanza delle tre sostanze necessarie a formarlo: fornello di pietra calcarea costruito su sabbia quarzosa e cenere delle legna adoperate (contenenti K_2CO_3).

Plinio anzi riferisce che dei mercanti fenici, approdando alle rive del fiume Belus con un carico di *natron* (Na_2CO_3), se ne servirono per sorreggere le marmitte e « sottoposto questo *nitro* all'azione del fuoco sulla sabbia sparsa sul suolo, videro colare dei ruscelli trasparenti d'un liquido sconosciuto, e tale fu l'origine del vetro. » Il vetro era noto anche agli antichi Ebrei e agli Egizi e l'arte di lavorarlo era progredita sin da 2000 anni av. Cr. se in una tomba di *Beni-Hassan* sono rappresentati degli operai che lavorano il vetro con la canna.

L'uso del vetro si diffuse a Roma con la conquista dell'Egitto e Cesare impose nel pagamento del tributo annuale anche oggetti di vetro. L'arte progredì a Roma dove si fabbricarono i recipienti a strati variamente colorati, ancor oggi appena imitabili (Museo Nazionale a Napoli, Pompei, Ercolano) e passò poi alle Gallie e a Bisanzio dove si fabbricarono vetri dorati, filigranati, smaltati.

Dopo la caduta di Costantinopoli i Veneziani iniziarono con operai bizantini, ai quali accordarono straordinari privilegi, la loro industria vetraria che raggiunse la massima perfezione; e la relegarono a Murano sia per meglio custodire i segreti di fabbricazione, sia per evitare degli incendi che le fornaci avevano causati nella città. In seguito l'industria si sviluppò in Germania, Francia, Belgio, Stati Uniti, ecc.

CAPITOLO XVIII.

Boro e composti

1. - **BORO** (B = 11; tri-tetravalente). — Non esiste allo stato libero; né ha importanza pratica. Esiste invece in combinazione nell'*acido borico* (H_3BO_3) naturale.

Importanti poi, per le varie industrie, sono i diversi borati, tra i quali è notevole il **tetraborato di sodio** ($Na_2B_4O_7$) detto comu-

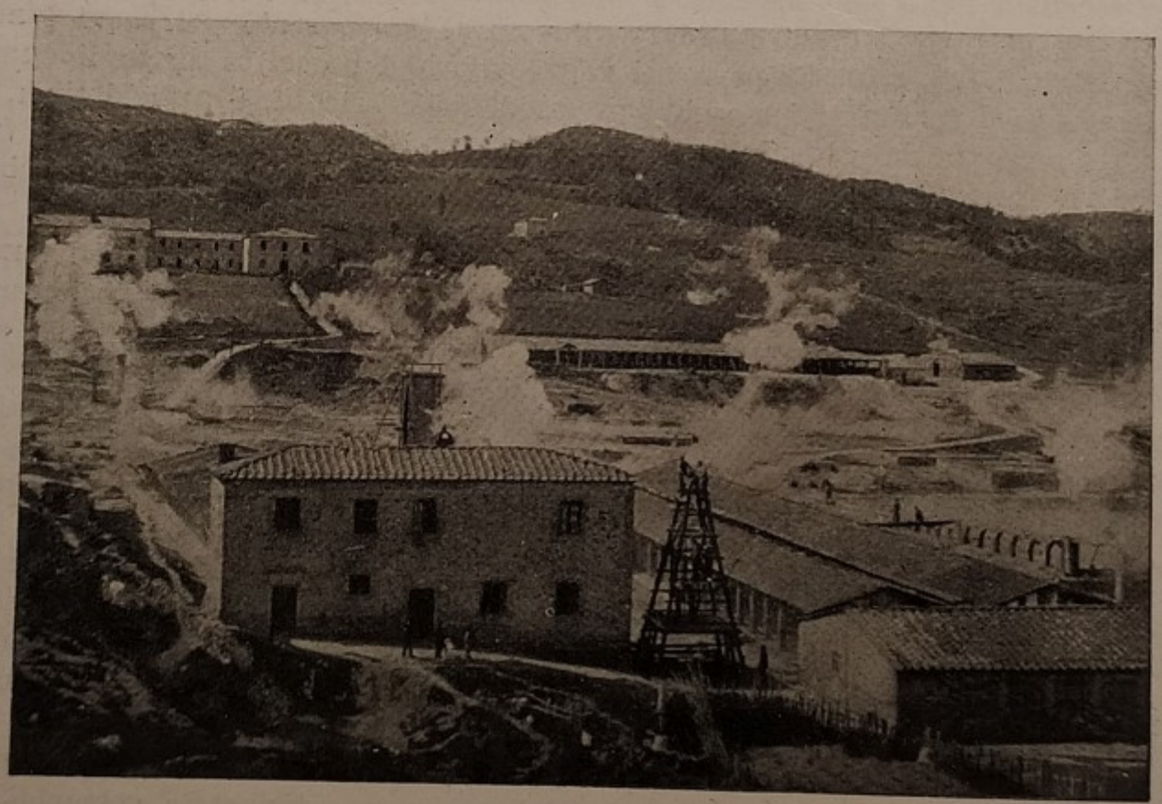


Fig. 64. — Soffioni boraciferi.

nemente *borace,* il quale si trova anche naturalmente in alcuni laghi salati del Tibet e della California (Borax Lake), ed è usato molto in medicina (soluz. 3 %) come disinfettante oltre che nell'industria tintoria, vetraria, come fondente, per dare il lucido alla biancheria (amido borace Banfi).

2. - **ACIDO BORICO** H_3BO_3. — Chiamato anche *sassolite;* trovasi in natura in bellissimi cristalli scagliosi e lamellari come prodotto di sublimazione intorno ai crateri di alcuni vulcani (Vulcano) formando così elegantissimi *fiori bianchi* (altri fiori bianchi sono quelli di salgemma).

Ma ha maggiore importanza quello che, frammisto a molti sali, trovasi sciolto in minima quantità, ma sufficiente per essere ricavato industrialmente, nei *soffioni boraciferi* della Toscana (Val di Cecina: Larderello, Pomarance, Sasso, ecc.). Sono questi dei getti di vapore acqueo caldissimo di origine interna, che trascinano con sé anche vapori di acido borico, volatile a quella temperatura. Intorno ad ogni soffione si forma artificialmente un *lagone,* che, ripieno di acqua, impedisce la dispersione dei vapori; l'acqua che così tiene

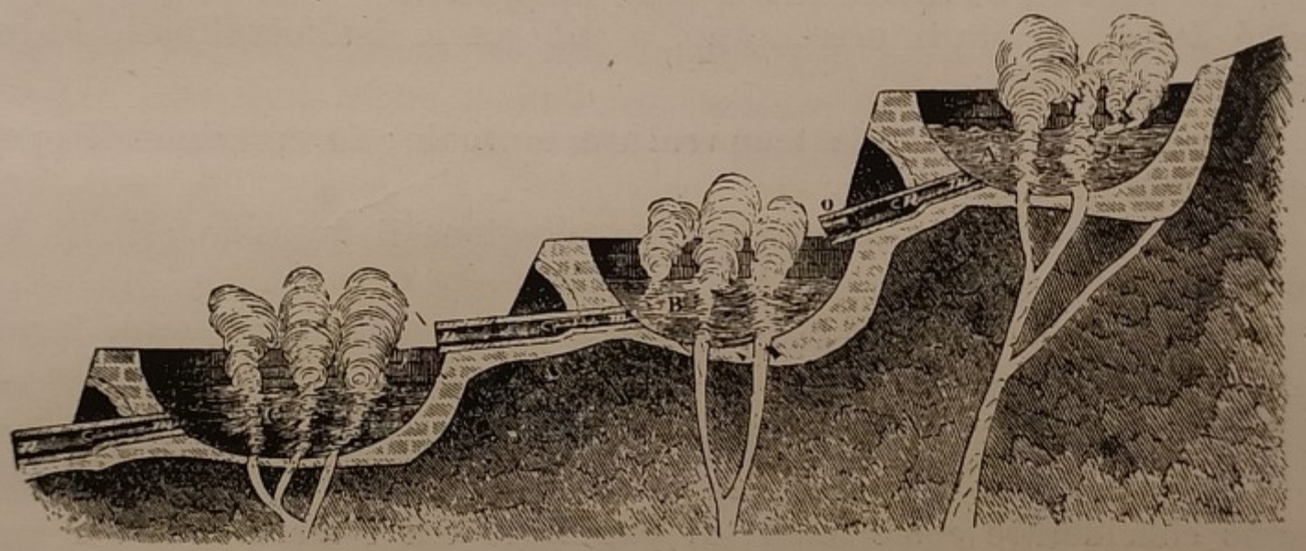


Fig. 65. — Lagoni per l'estrazione dell'acido borico in Toscana.

in soluzione acido borico, viene condotta in vasche apposite (*adriane*) le quali, per il calore di altri soffioni, evaporano acqua, e si incrostano di squamette di acido borico. Il calore dei soffioni è poi sfruttato, con un metodo molto ingegnoso, per la produzione di elettricità, per l'illuminazione e per azionare i motori

L'acido borico si usa in medicina come disinfettante in soluzione al 3 %, specialmente nelle affezioni oftalmiche: il suo potere disinfettante è però minimo e da alcuni negato addirittura. Viene in maggior quantità usato per la preparazione del borace.

CAPITOLO XIX.

Generalità sui metalli

1. - **CARATTERISTICHE DEI METALLI.** — Come più sopra si è detto, i metalli presentano, a differenza dei metalloidi, le seguenti proprietà:

1. Sono *solidi* alla temperatura normale; fa eccezione il mercurio (Hg) che è liquido.

2. Sono *duri e lucenti;* fanno eccezione il potassio (K), il sodio (Na) ed altri che sono teneri e piuttosto opachi;

3. Sono *buoni conduttori del calore e della elettricità.*

4. Sono *elettropositivi.*

5. Con l'ossigeno formano *combinazioni* con *reazione basica.*

Vi sono però alcuni elementi che per le loro proprietà si possono considerare come anelli di passaggio tra i metalloidi e i metalli; a dimostrare una volta di più che in natura non esistono categorie e compartimenti stagni e che le classificazioni, anche quando si dicono naturali, sono sempre più o meno artificiose e hanno soprattutto scopo pratico.

Questi elementi sono: il **boro** (già visto); poi il **bismuto** (Bi), l'**arsenico** (As) e l'**antimonio** (Sb) che sono molto usati nelle varie leghe metalliche.

2. - **QUALITÀ TECNICHE.** — Le *qualità tecniche,* per le quali i metalli vengono usati, sono la durezza, la tenacità, l'elasticità, la malleabilità, la duttilità, la inalterabilità agli agenti atmosferici, la conducibilità elettrica, ed altre; nel senso tecnico *non sono metalli* K, Na, Ca ecc. i quali però, essendo gli elementi più elettropositivi, scientificamente presentano più spiccato il carattere metallico.

La **durezza** (resistenza alla scalfittura) è misurata mediante la *scala di Mohs,* e risulta maggiore per le leghe; lo zinco e il rame risultano circa 7 e 11 volte più dure dello stagno, mentre gli ottoni e i

bronzi (leghe rispettivamente di Zn e Cu con Sn) sono in media 18 volte e 28 volte più dure dello stagno.

La **tenacità** (resistenza alla rottura) è misurata dal minimo peso che rompe un filo del metallo lungo 1 m. e della sezione di 1 mmq.: un filo di tali dimensioni, se è di acciaio, sopporta, senza rompersi, fino a 50-90 kg.; se è di rame 44 kg., e se è di piombo, solo 3 kg.

L'**elasticità** è in relazione anche con la sonorità; la **malleabilità** è misurata dal minimo spessore delle *lamine* che si possono ottenere al laminatoio; la **duttilità** è misurata dalla minima sezione dei *fili* ottenuti alla filiera.

Si distinguono poi i **metalli leggeri** dai **pesanti** e la scala dei pesi specifici dei metalli usuali è la seguente:

Mg (1,7), Al (2,5), Zn (7,1), Sn (7,2), Fe (7,6), Cu (8,9), Ag (10,5), Pb (11,3), Hg (13,6), Au (19,3), Pt (21,1).

E cioè Al, Fe, Au pesano rispettivamente 2,5, 7,6 e 19,3 volte più dell'acqua distillata a 4°; ancora più pesante del platino è l'osmio il cui peso specifico è di 22,4; il metallo effettivamente più leggero è il litio di p. sp. = 0,59.

I metalli a peso specifico più elevato sono *in generale* a peso atomico più elevato, ma non sempre vi è corrispondenza fra i pesi specifici e gli atomici nel senso che alla serie dei pesi atomici crescenti corrisponda quella dei pesi specifici crescenti. Ad es. mentre i pesi atomici di Os, Pt, Au, Hg e Pb *nell'ordine indicato sono crescenti*:

190,8 195,2 197,2 200,6 207,2

invece i corrispondenti pesi specifici *sono decrescenti*:

22,4 21,1 19,3 13,6 11,3

3. - **METALLURGIA.** — La metallurgia è il complesso delle operazioni aventi lo scopo di ottenere i vari metalli dai rispettivi *minerali utili*. Raramente il metallo trovasi in natura allo *stato nativo*, cioè non combinato con altri elementi. Quasi sempre trovasi nei suoi minerali che possono essere specialmente: *ossidi, idrati, carbonati, solfuri*.

La metallurgia evidentemente varia a seconda della composizione chimica del minerale. Diamo qui alcuni concetti generali fondamentali, ricordando però che nella pratica i metodi sono molto più complicati e inoltre diversissimi, soprattutto dopo l'introduzione dell'uso in grande dell'energia elettrica anche in questo ramo della chimica applicata.

1. Se si tratta di **ossidi** il metodo consiste in una *riduzione* operata da opportune sostanze riducenti; tra queste il carbone è uno dei più usati

$$2Fe_2O_3 + 3C \Longrightarrow 2Fe_2 + 3CO_2$$

2. Se si tratta di **idrati** e di **carbonati,** prima bisogna far subire la *torrefazione* al minerale onde eliminare H_2O oppure CO_2;

$$Fe_2O_3.2H_2O \Longrightarrow Fe_2O_3 + 2H_2O$$
$$FeCO_3 \Longrightarrow FeO + CO_2$$

ottenuto così l'ossido, si procede come sopra.

Quando la torrefazione è eseguita su calcari e simili (pietra calcare, magnesite, dolomite) allora chiamasi *calcinazione*

$$CaCO_3 \Longrightarrow CaO + CO_2$$

3. Se si tratta di **solfuri,** è necessario prima l'*arrostitura all'aria* per formare gli ossidi

$$ZnS + 3O = ZnO + SO_2$$

ottenuti gli ossidi si opera come nel caso 1.

CAPITOLO XX.

Sodio e potassio e loro composti minerali

1. - **SODIO** (Na = 23) e **POTASSIO** (K = 39), ambedue monovalenti. Sono due metalli molto simili per il colore bianco-argenteo, per la consistenza cerea (tanto che si possono facilmente tagliare con il coltello), per la loro leggerezza (p. sp. 0,97 e 0,86), per essere energici riduttori e quindi per reagire vivissimamente con l'acqua decomponendola, dando così origine a NaOH e KOH; si alterano perciò facilmente all'aria e debbono essere conservati immersi in petrolio o in olio di vaselina. Non si trovano liberi in natura, bensì sono molto abbondanti i loro composti; basti ricordare il sal di cucina (NaCl). Il primo colora la fiamma in giallo, il secondo in violetto. Non hanno grande importanza allo stato metallico.

2. - **PRINCIPALI COMPOSTI INDUSTRIALI DI SODIO E POTASSIO.** — Sono i rispettivi idrati e carbonati. Non facciamo distinzione tra i due perché i metodi di produzione e gli usi sono molto simili. Perciò parlando dei composti di sodio intenderemo di parlare anche di quelli di potassio.

1. **Idrato di sodio** NaOH. — È la comune *soda caustica*.

Si può ottenere in due modi:

1°) Per mezzo dell'*elettrolisi di soluzione* di NaCl:

$$NaCl + H_2O \Rightarrow NaOH + H + Cl$$

si ottengono così H e Cl, due sottoprodotti utili ad altre industrie.

Il processo, semplice in teoria, presentava delle difficoltà tecniche, oramai superate, per mantenere la completa separazione dei prodotti i quali tendono a reagire fra loro.

2°) Per azione di calce spenta su carbonato di sodio (che è un prodotto industriale):

$$Na_2CO_3 + Ca(OH)_2 \Rightarrow CaCO_3 + 2NaOH$$

Si ottiene così la *soda caustica alla calce*, che viene privata delle sue impurità sciogliendola in alcool: le impurezze precipitano e vengono eliminate; facendo evaporare l'alcool si ottiene la soda *caustica all'alcool* che viene preparata fusa in cilindri.

Ha energica azione basica (detta *alcalina*, perché si chiamano álcali i due metalli sodio e potassio). È usatissima (più usata che la analoga potassa caustica) nelle più diverse industrie: per la fabbricazione dei saponi, della carta, dei coloranti derivati dal catrame (alizarina, naftolo, ecc.), degli esplosivi, della seta artificiale (rayon).

2. **Carbonato di sodio** Na_2CO_3. — È la comune *soda del commercio*. Per ottenerla si usa uno dei seguenti tre metodi:

1°) *Metodo Le Blanc* (e si ottiene così la *soda Le Blanc*): si parte da NaCl che viene trasformato in solfato dall'acido solforico; il solfato viene poi trasformato in solfuro dal carbone, e il solfuro in carbonato di sodio dal carbonato di calcio. Perciò le materie usate sono: NaCl, H_2SO_4, C, $CaCO_3$.

2°) *Metodo Solway* (e si ottiene così la *soda Solway*): si parte da NH_3 che con acqua e CO_2 dà origine a bicarbonato d'ammonio; questo, con NaCl dà origine a bicarbonato di sodio da cui si passa facilmente al carbonato. Perciò le materie prime usate sono: NH_3, NaCl, CO_2, H_2O.

3°) Agendo con CO_2 sull'NaOH

$$2NaOH + CO_2 \Rightarrow H_2O + Na_2CO_3$$

Cristallizza in grossi cristalli incolori; all'aria perde l'acqua di cristallizzazione e si trasforma in una polvere bianco amorfa. Ha un gran numero di applicazioni industriali: saponifici, colorifici, cartiere, tintorie, tessiture, prodotti farmaceutici.

È opportuno poi ricordare come un tempo veniva usata la *soda naturale*, sia sfruttando i giacimenti di *natron* (Na_2CO_3 minerale) esistenti in Egitto, Arabia, Ungheria, Messico, Columbia, California, sia ricavandola per *lisciviazione* dalle ceneri di piante marine (come la salsola, la salicornia, il chenopodio) o dalle ceneri di alghe brune che oggi vengono lavorate solo per la estrazione dello iodio.

3. - **PRINCIPALI MINERALI DI SODIO** sono il salgemma e il sodanitro (o nitro del Chile, o nitrato sodico).

1. **Salgemma** NaCl (cloruro di sodio) o *alite*. — Cristalli generalmente cubici. Limpido ed incolore se puro, è frequentemente tinto per sostanze estranee. E così è rosso per ossido di ferro, grigio per impurità argillose, bruno per impurità carboniose. La sua fiamma è gialla (presenza di Na); se è puro non è igroscopico (= non assorbe umidità), ma comunemente è tale per le impurità di sali di magnesio generalmente contenute.

Il salgemma trovasi in piccoli cristalli bianchi in vicinanza dei

crateri vulcanici, per sublimazione (*fiori bianchi* del vulcano); trovasi pure in alcune *sorgenti salate*, insieme ad altri sali, le cui ac-

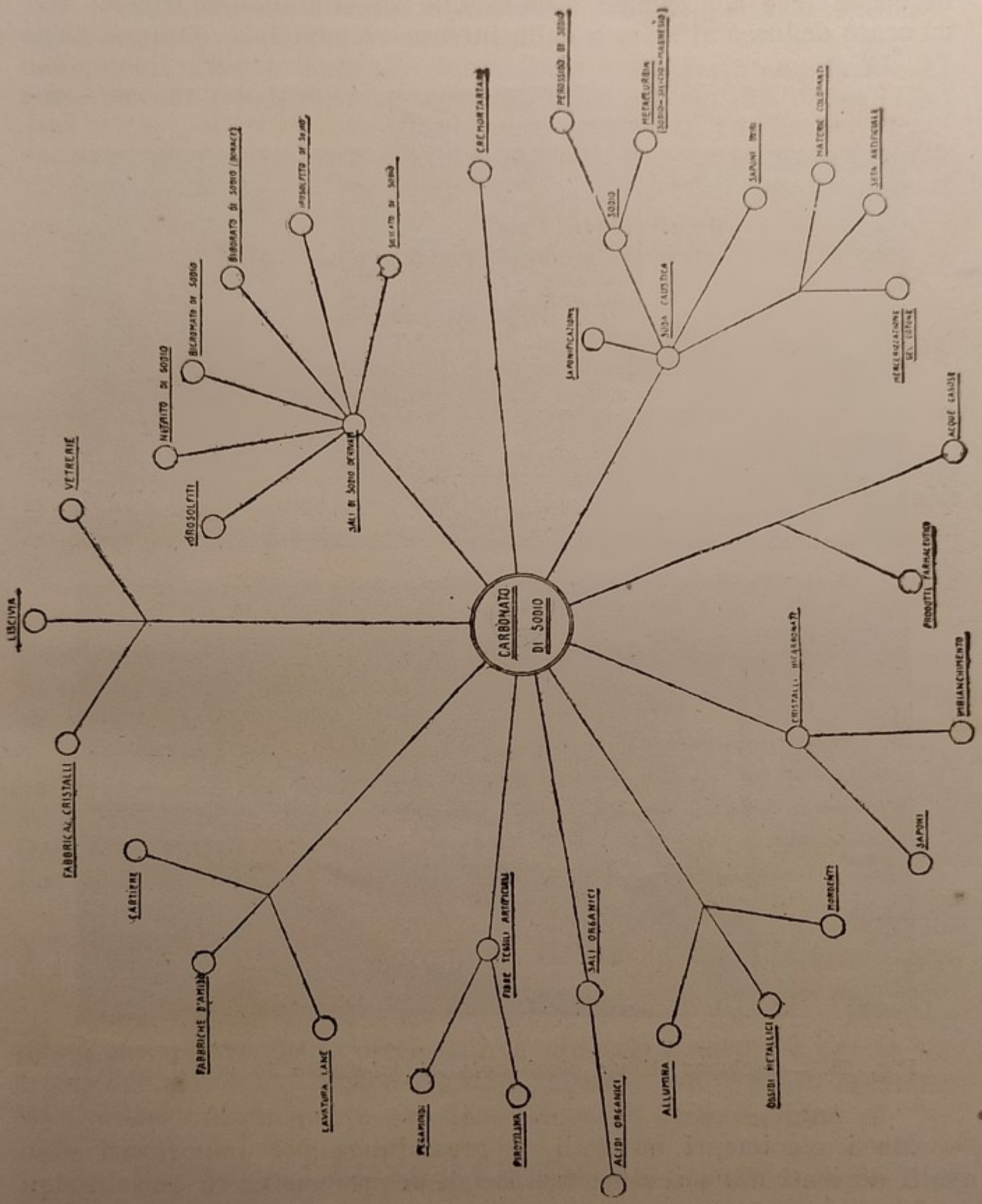


Fig. 66. Principali impieghi del carbonato di Sodio.

que provengono da giacimenti profondi, filtrando attraverso i quali hanno sciolto ed asportato sale. Così a Volterra ed a Salsomaggiore dove dette sorgenti vengono sfruttate industrialmente. Trovasi poi

crateri vulcanici, per sublimazione (*fiori bianchi* del vulcano); trovasi pure in alcune *sorgenti salate*, insieme ad altri sali, le cui ac-

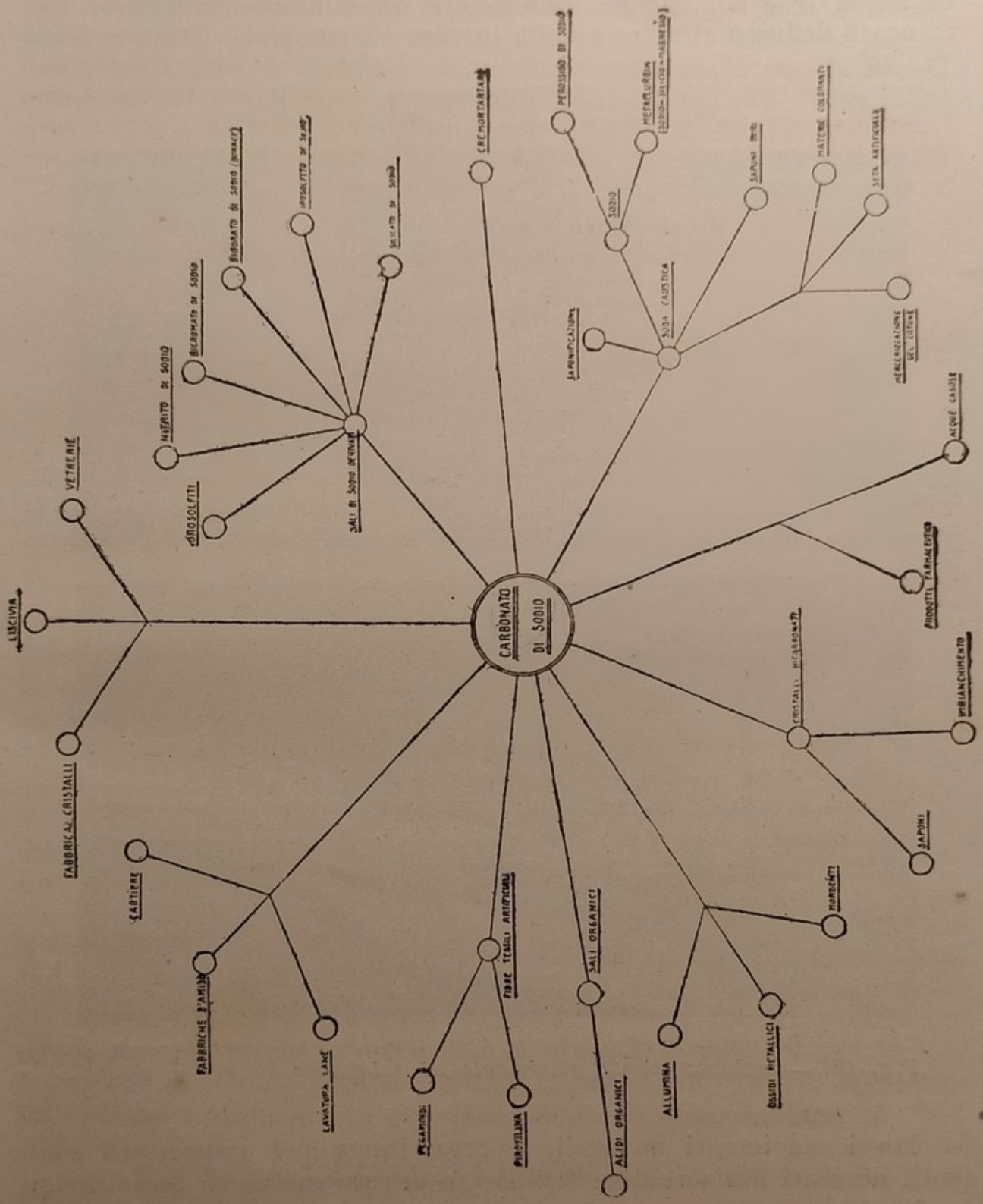


Fig. 66. Principali impieghi del carbonato di Sodio.

que provengono da giacimenti profondi, filtrando attraverso i quali hanno sciolto ed asportato sale. Così a Volterra ed a Salsomaggiore dove dette sorgenti vengono sfruttate industrialmente. Trovasi poi

nei *laghi salati*, alcuni dei quali rappresentano residui di più ampi mari (Caspio, Aral), altri invece sono resi salati dal continuo afflusso di acque (che contengono sempre sale in minima quantità) e dal mancato deflusso al mare o dalla intensa evaporazione (Grande Lago

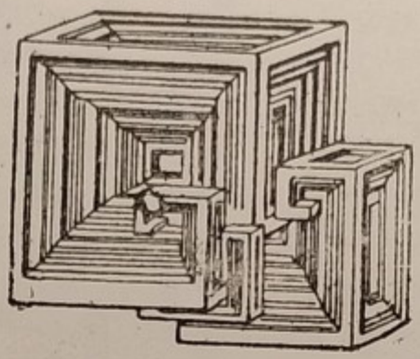


Fig. 67. — Cubi a tramoggia nel sal di cucina (salmarino).

Salato d'America). Anche i laghi salati interni dell'Africa desertica e le efflorescenze di sale che si trovano alla superficie dei deserti nella stagione arida hanno quest'ultima origine.

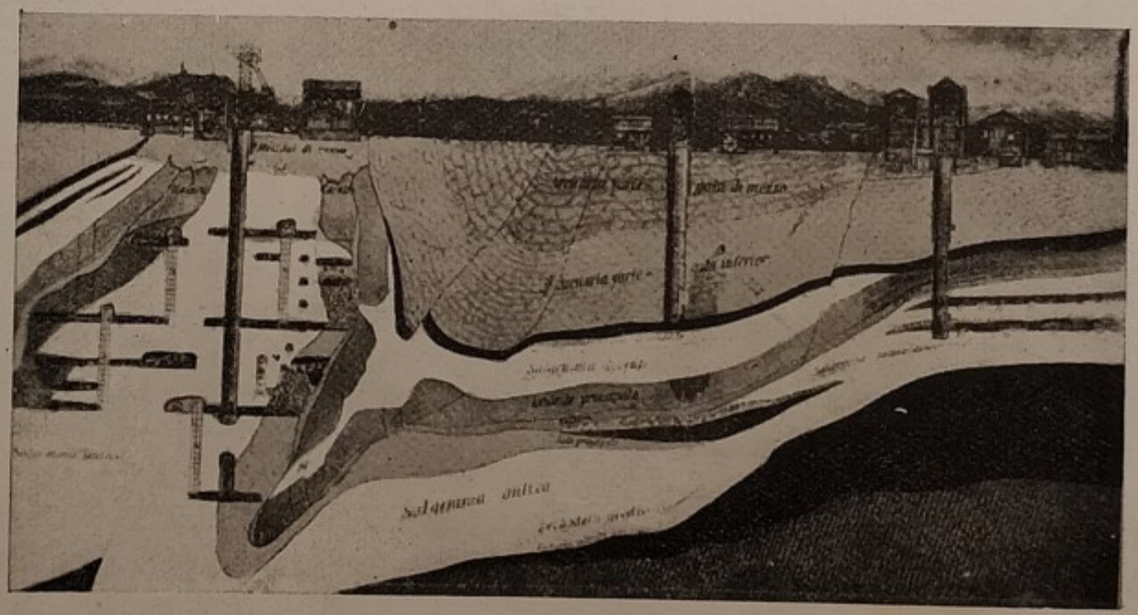


Fig. 68. — *Schema di un giacimento di salgemma* in strati piegati.

Ma i giacimenti naturali di gran lunga più importanti sono quelli derivati dalla sedimentazione di acque marine in antichissimi mari.

Da noi in Sicilia; così pure a Lungro in Calabria (Castrovillari). Importantissimi sono i giacimenti di Salzkammergut (Alta Austria), di Wielizka (Polonia), dove le gallerie e le sale, nel medesimo giacimento scavate, sono veramente gigantesche; di Cardona

(in Spagna); di Stassfurt (in Prussia); di Slanicu (Romania); dove il salgemma contiene sempre abbondanti impurità di jodio.

Artificialmente dal mare lo si ottiene nelle saline, approfittando, nelle regioni calde, della rapida evaporazione su ampie superfici, nelle quali l'acqua marina, con debole pendenza, viene immessa; nelle regioni fredde invece approfittando del fatto che l'acqua, ge-

Fig. 69. — Veduta di una salina. Sale raccolto in piccoli cumuli.

lando, lascia libero il cloruro di sodio. Naturalmente il sale ottenuto in questi modi è detto *sal marino* ed è molto *più impuro del vero salgemma*.

È un minerale importante per la nutrizione dell'uomo e degli animali; serve poi per la preparazione della soda, della soda caustica, del solfato di sodio, dell'acido cloridrico, del cloro; per la conservazione delle pelli, del latte; per ottenere miscugli frigoriferi, ecc.

2. **Nitrato di sodio** $NaNO_3$. — Deflagrande ma non usato per la polvere pirica perché igroscopico. Trovasi al Chile in grandi giacimenti. Localmente il sodanitro greggio viene chiamato *caliche*.

È uno dei più importanti e preziosi concimi *azotati;* anzi è appunto per questo che si cerca di non più usarlo neppure per la fabbricazione dell'acido nitrico (HNO_3) essendosi, tra l'altro, sperimentato ottimo e conveniente per quest'ultimo il metodo sintetico.

4. - **PRINCIPALI MINERALI DI POTASSIO** sono il salnitro, la silvite e la leucite.

1. **Salnitro** KNO_3 (nitrato di potassio). — Bianco grigiastro di sapore acre ed amaro. Deflagrante (cioè scoppietta) al cannello. Trovasi in efflorescenze di cristallini bianchi aciculari sui calcari e comunemente sui muri umidi (cantine, gabinetti), dove vi sono so-

stanze organiche in putrefazione. Infatti una sostanza organica, contenente anche azoto (N), putrefacendosi per l'azione di molti *microbi,* sviluppa, tra l'altro, vapori di ammoniaca (NH_3) la quale da altri microbi, detti *nitrosi* è ossidata in acido nitroso (HNO_2) e questo ancora da altri microbi detti *nitrici,* trasformato ulteriormente in acido nitrico (HNO_3), il quale, agendo sulle rocce, sabbie, ecc. contenenti potassio, forma nitrato di potassio che potrebbe a sua volta essere nuovamente assorbito da altre piante, essendo ottimo concimante, sia per il potassio che per l'azoto che contiene.

Fig. 70. — Ferforatrice in azione in una miniera di Silvite.

È usato per la fabbricazione della *polvere pirica* (mescolato con zolfo e carbone). Come concimante e per preparare l'acido nitrico (HNO_3) si preferisce usare il nitrato di sodio ($NaNO_3$) sia perché più abbondante, sia perché essendo quest'ultimo molto igroscopico non lo si potrebbe usare per la polvere pirica. Ricordiamo però che ora è assai sviluppata anche in Italia la fabbricazione industriale dei nitrati a mezzo dell'acido nitrico ottenuto sinteticamente dall'aria.

2. **Silvite** KCl (cloruro di potassio). — Si trova, come il salgemma, nelle miniere di Stassfurt, importantissimo non tanto per il salgemma quanto per la silvite che forniscono.

Quando è purificato è un ottimo *concimante* e fertilizzante potassico. L'Italia ne importava forti quantità dalla Francia e dalla Germania, oggi in diminuzione essendosi trovato il modo di ottenere K dalla leucite.

Insieme con silvite, nelle miniere di salgemma trovansi anche

altri minerali usati per il K e per il Mg dei quali il più importante è la carnallite ($KMgCl_3.6H_2$).

3. **Leucite** $KAl(SiO_3)_2$ metasilicato di Al e di K. — Trovasi in bei cristalli bianchi di lucentezza vitrea nelle lave del Vesuvio, di Roccamonfina e nei tufi vulcanici del Lazio dove una volta ardevano grandiosi vulcani ora spenti (Colli Albani, Bracciano, Bolsena, ecc.). È per la sua alterabilità e l'abbandono di potassio, sostanza necessaria per la vegetazione, che le *lave del Vesuvio,* abbondanti di leucite (oltre che di minerali fosfatici, altrettanto necessari alla vegetazione), sono molto fertili.

Ha assunto oggi molta importanza nazionale perché con il metodo industriale Blanc, trattata cioè con HCl, oppure con HNO_3 o con H_2SO_4 concentrati, si viene oggi a ottenere il rispettivo cloruro, nitrato e solfato di potassio, concimanti, oltre a composti d'alluminio, dai quali si passa a quest'ultimo metallo oggi tanto importante.

4. **Concimi potassici.** — I vegetali hanno bisogno di potassio. Tuttavia le concimazioni potassiche sono meno praticate di quelle di azoto anche perché si ritiene che i terreni, per le ordinarie coltivazioni siano sufficientemente provvisti di composti utili di K (ricchezza media 1 ‰), specialmente quelli di origine vulcanica; ma vi sono coltivazioni particolari (vite, tabacco, barbabietola) che richiedendo maggiori quantità di K richiedono concimanti di questo tipo. Vengono adoperati, oltre le ceneri, vari sali di Stassfurt già visti sopra (silvite, carnallite), i residui della lavorazione delle barbabietole e della sgrassatura della lana; e oggi, in Italia, i derivati dalla leucite.

CAPITOLO XXI.

Ammonio e concimi azotati

1. - **AMMONIO** NH_4. — Già si è visto a proposito dell'ammoniaca che l'ammonio —NH_4 può considerarsi come un radicale metallico monovalente in cui N funziona da pentavalente. Non esiste quindi allo stato libero, bensì lo si trova nei suoi composti artificiali, tra cui i più notevoli sono il cloruro, il solfato e il nitrato, importanti nella concimazione perché svolgono facilmente NH_3 la quale altrettanto facilmente viene fissata in HNO_3 (e quindi in nitrati assorbibili dalle piante) da parte dei batteri nitrificanti.

1. Il **Cloruro di ammonio** NH_4Cl o *sale ammoniaco*. — Si ottiene in gran quantità saturando con HCl le acque ammoniacali ottenute dal lavaggio della corrente di gas illuminante nella distillazione del carbon fossile:

$$NH_3 + HCl \Rightarrow NH_4Cl$$

È cristallizzato in piccoli cubi od ottaedri raggruppati, di color giallognolo.

È adoperato, oltre che come concimante azotato, in tintoria, nella stagnatura e saldatura (per pulire la superficie da stagnare o saldare), per pile elettriche.

2. **Solfato di ammonio** $(NH_4)_2SO_4$. — È ottenuto, nello stesso modo del sale ammoniaco, saturando con H_2SO_4 le acque di lavaggio

$$2NH_3 + H_2SO_4 \Rightarrow (NH_4)_2SO_4$$

È un ottimo concime azotato.

3. **Nitrato di ammonio** NH_4NO_3. — Si prepara analogamente agli altri due:

$$NH_3 + HNO_3 \Rightarrow NH_4NO_3$$

Usato, oltre che come concime (doppiamente concimante per i due gruppi di N contenuti), per la preparazione di esplosivi in sostituzione della nitroglicerina.

2. - **CONCIMI AZOTATI.** — Tra i concimi azotati si debbono ricordare (oltre alla attività dei *batteri delle leguminose* da cui de-

riva l'uso del sovescio e della rotazione agraria vista in botanica) i seguenti.

1. Il **nitrato di sodio** ($NaNO_3$) visto più sopra.

2. Il **guano,** importantissima sorgente di azoto, oltre che di fosforo. È formato da grande varietà di residui organici (escrementi, ossa, penne, nidi), di molti animali, specialmente uccelli marini palmipedi, ma anche di mammiferi pinnipedi (otarie). Nel Cile e nel Perù esistono dossi di spiaggia lungo il Pacifico ed anche intere isolette formate da tali detriti che continuamente vanno innalzandosi per l'abbondanza di animali che frequentano tali località. Il materiale poi non viene dilavato perché si tratta di regioni molto secche, con scarsissime piogge.

3. **Il letame, le spazzature e le deiezioni umane.** — Il *letame* fresco può essere anche dannoso pei semi estranei e i bacteri denitrificanti che può apportare: conviene quindi che venga fatto prima maturare affinché venga *disorganizzato* e *mineralizzato*. La mineralizzazione consiste nella formazione di NH_3 e sali ammonici, successiva nitrificazione, formazione di fosfati ecc. Il letame è assai povero di veri princìpi fertilizzanti, non sopporta quindi grandi spese di trasporto e dev'essere prodotto nei campi, essendo prezioso specialmente come ammendamento e come apportatore di humus.

Le *spazzature,* di valore fertilizzante vario secondoché provengono dalle strade o dalle cucine, vengono mescolate al letame o bruciate per utilizzare le ceneri e talvolta ne viene preventivamente estratto il grasso.

Le *deiezioni umane* hanno un grande valore fertilizzante e il loro smaltimento è anche un grande problema igienico. Il pozzonero viene o trasportato in botti (*bottino*), o fatto sedimentare per separare la parte liquida (*liquame,* che poi si satura con H_2SO_4 e si forma $(NH_4)_2SO_4$) dalla solida che poi è essiccata (*poudrette*); talvolta si fa disperdere nei fiumi o nei mari con danni per l'agricoltura e l'igiene; ove la località si presta è mandato, dopo sedimentazione (disorganizzazione, mineralizzazione), a concimare prati.

4. I **prodotti chimici industriali** di cui si è visto o si vedrà: *Nitrato di calcio* $(CaNO_3)_2$, *Nitrato d'ammonio* $(NH_4)NO_3$, *Solfato d'ammonio* $(NH_4)_2SO_4$, *Calciocianamide* $(CaCN_2)$.

Avendo così esaminato largamente dei vari concimi chimici, diamo qui uno schema di essi ricordando l'importanza che nel terreno hanno, oltre i componenti chimici, l'aspetto fisico (compattezza ecc. del terreno), la presenza o meno di acqua, e la presenza o meno di batteri che nitrificano (ottimi) o denitrificano (cattivi).

CONCIMI E FERTILIZZANTI

CLASSIFICAZIONE

AZOTATI E AZOTATI MISTI	*Nitrato* del Chile [$NaNO_3$]	Prodotto Minerale	
	Guano del Perù e Chile [solo azotato o azotato fosfatico] di pipistrelli ecc.	Prodotto Minerale	
	Letame [deiezioni di animali domestici, con o senza lettiera di paglia o di strame o di torba]	Prodotto Minerale	
	Pozzonero - Acqua di fogna - Spazzature	Prodotti Animali e Vegetali di varia origine	
	Residui — *della concia* (peli, unghie, pelli)	Prodotti Animali e Vegetali di varia origine	
	Residui — *della molitura* (panelli non depurati)	Prodotti Animali e Vegetali di varia origine	
	Residui — *della tessitura* (lana, crisalidi di baco da seta)	Prodotti Animali e Vegetali di varia origine	
	Residui — *dei mattatoi* (sangue secco, carne inservibile)	Prodotti Animali e Vegetali di varia origine	
	Nitrato di calcio o *Nitro di Norvegia* [$Ca(NO_3)_2$]	Prodotti chimico-industr. delle acque di lavaggio del gas illuminante (o per sintesi di elementi)	
	Nitrato d'ammonio [NH_4NO_3]	Prodotti chimico-industr. delle acque di lavaggio del gas illuminante (o per sintesi di elementi)	
	Solfato d'ammonio [$(NH_4)_2SO_4$]	Prodotti chimico-industr. delle acque di lavaggio del gas illuminante (o per sintesi di elementi)	
	Calcio Cianamide [$CaCN_2$]	Prodotti chimico-industr. delle acque di lavaggio del gas illuminante (o per sintesi di elementi)	
FOSFATICI	*Apatiti*	Prodotto Minerale	
	Fosforiti (di probabile origine animale)	Prodotto Minerale	
	Ossa [$Ca_3(PO_4)_2$]	Prodotti Animali	
	Perfosfati da fosforiti / ossa / apatiti [$Ca(H_2PO_4)_2+2CaSO_4$]	Prodotti chimico-industr.	
	Scorie Thomas, dalla defosforaz. della ghisa ($P_2O_5.4CaO$)	Prodotti chimico-industr.	
POTASSICI	*Silvite* (KCl) delle miniere di Stassfurt	Prodotti Minerali	
	Leucite $KAl(SiO_3)_2$ minerale delle lave (Vesuvio ecc.)	Prodotti Minerali	
	Ceneri di vegetali	Prodotto Vegetale	
CORRETTIVI	*Calcare* in polvere ($CaCO_3$) polvere di strada	Prodotti Minerali	
	Gesso ($CaSO_4+2H_2O$) da solo o mescolato con perfosfati	Prodotti Minerali	
	Humus (sostanze org. veg. in decomposiz.)	Prodotto Vegetale	

CAPITOLO XXII.

Calcio - Suoi minerali e composti
Calci e cementi

1. - **CALCIO** (Ca = 40; bivalente).

1. **Stato naturale.** — È uno dei principali elementi della Terra; ma non esiste libero allo stato naturale, data, soprattutto, la sua grande affinità per gli altri elementi. Abbondanti sono invece i suoi composti minerali, dai quali viene estratto, e cioè: *fluorite* (CaF_2), *gesso* ($CaSO_4.2H_2O$), *calcite* ($CaCO_3$).

2. **Proprietà e usi.** — Ha color bianco di splendore argenteo; molto malleabile; p. sp. = 1,8, poco più duro del piombo.

All'aria umida si altera coprendosi di uno strato di idrato e di carbonato; immerso nell'acqua la decompone ma con minore energia del sodio e potassio; per questi motivi si conserva sotto olio di vaselina. Brucia a circa 300° con fiamma giallo-rossastra. Non ha usi pratici notevoli.

2. - **PRINCIPALI COMPOSTI DEL CALCIO** sono: la fluorite, il gesso e la calcite, tra i minerali; l'ossido, l'idrato, il carburo e la calciocianamide tra i prodotti industriali.

1. **Fluorite** CaF_2 (fluoruro di calcio). — È chiamata anche *spato fluoro* perché si presenta quasi sempre in bei cristalli, cubi o ottaedri. Incolore se pura, è invece quasi sempre colorata per impurità con le tinte più varie e più vaghe; è *fluorescente*, cioè vista per trasparenza è di un colore (verde) e per riflessione d'un altro (violetto). È un minerale comunissimo, quasi sempre ben cristallizzato e colorato, nei filoni metalliferi di piombo (Sardegna), di rame (in Liguria), nelle cavità e spaccature del granito di Baveno (dove forma bellissime *géodi*) (1). Importante poi per la sua origine è quello che trovasi nei filoni stanniferi con topazio ed altri minerali fluori-

(1) *Géodi* sono delle piccole cavità sferiche tappezzate di cristalli.

feri del granito della catena Sassone-Boema, come vedremo a proposito dello stagno. Da ciò appare come sia sempre di origine vulcanica da condensazione di vapori posteruttivi.

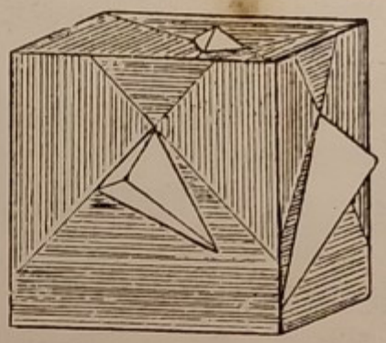


Fig. 71. — Cubi di *Fluorite* compenetrati.

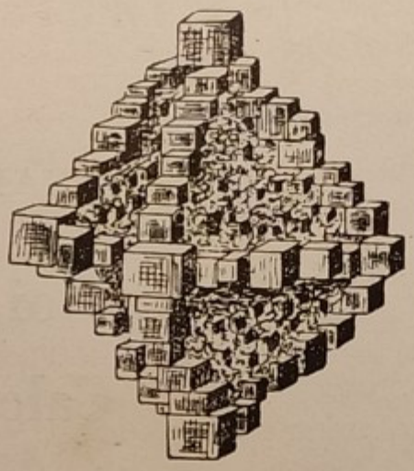


Fig. 72. — Ottaedro, costituito da numerosi piccoli cubetti, nella *Fluorite*.

La fluorite è usata come fondente in metallurgia (per abbassare il punto di fusione) e per la fabbricazione dell'*acido fluoridrico*.

Fig. 73. — *Gesso*, geminato a ferro di lancia.

2. **Gesso** $CaSO_4.2H_2O$ e cioè solfato di calcio con due molecole di acqua, una di idratazione e l'altra di cristallizzazione.

In seguito a *cottura* verso i 100° perde solamente la prima mo-

lecola di acqua cioè quella di idratazione (*gesso cotto*) ed allora è suscettibile di riassorbire nuova acqua, indurendo fortemente e rapidamente (ossia fa presa). Riscaldato invece al di là di circa 180° perde anche la seconda molecola di acqua, cioè quella di cristallizzazione (*gesso stracotto*) ed allora non può più far presa. Ha una leggera solubilità in acqua; ed è appunto per questo che le regioni gessose sono cavernose come le calcari (*fenomeni carsici*) e sono abbondanti di *sorgenti selenitose* (Volterra).

Molto tenero (Dur. = 2). Cristallizza in forme e geminati a *ferro di lancia*, con facce incurvate. Il gesso può presentarsi, ol-

Fig. 74. — Alabastro levigato.

treché ben cristallizzato, anche in masse fibrose, sericee (*sericolite*) finemente granulari, in lastre sottili ed ampie (*specchio d'asino, selenite*), in masse più o meno compatte, tanto da poter essere usato come materiale ornamentale, da costruzione o per statue. Così è dell'*alabastro gessoso* di Volterra, che non si deve però confondere col vero alabastro orientale che è carbonato di calcio; lo si distingue sia per la durezza che è 2 invece di 3, sia per la mancata effervescenza di anidride carbonica se attaccato da acido cloridrico.

Il gesso in generale ha origine *marina*. Infatti nel mare si trova abbondantemente sciolto. Così l'abbiamo visto trovarsi nei giacimenti di sale e zolfo della Sicilia, di sali potassici a Stassfurt, nei giacimenti salini attuali a Carabugas.

Talora ha origine da *sorgenti* le cui acque siano passate attraverso strati selenitosi (Volterra, Voghera, Visp nel Vallese). Le ac-

que contenenti gesso si chiamano *dure* e cuociono difficilmente i legumi.

Comunemente è usato per la fabbricazione di alcune carte e cartoni e come correttivo del terreno; se è alabastro è usato per statue.

Ma l'uso suo principale è dato dall'utilizzazione del gesso cotto. Questo, come abbiamo detto, può riprendere la molecola d'acqua perduta, riacquistando il primitivo stato compatto. Per questa sua proprietà il gesso cotto è utilizzato nei cosidetti lavori di ornamentazione a stucco, nella preparazione di statuette, stampi per medaglie, ecc.

Fig. 75. — Nel *mondo sotterraneo delle grotte di Postumia.* Il Viale delle Colonne a stalagmiti.

3. **Calcite** $CaCO_3$ (carbonato di calcio). — È uno dei minerali più diffusi in natura ed anche più vari sia per le colorazioni che per le forme cristalline che assume. In generale poi si può dire che mentre i silicati sono quasi tutti di origine vulcanica (rocce massicce, dure, pochissimo attaccabili dagli acidi), i carbonati, e fra questi specialmente la calcite, sono di origine sedimentare (rocce più o meno stratificate, tenere, attaccabili dagli acidi).

La calcite cristallizza nelle più diverse forme e combinazioni del romboedro; se è incolore, trasparente, birifrangente allora chiamasi *spato d'Islanda* (1). È variamente colorata per impurità. Trat-

(1) Diconsi *spatici* i cristalli grossi e ben delimitati.

tata con HCl produce effervescenza per rapido sviluppo di anidride carbonica.

$$CaCO_3 + 2HCl \Rightarrow CO_2 + CaCl_2 + H_2O$$

Diamo qui le principali varietà di calcite:

1°) *Spato d'Islanda,* che già abbiamo visto.

2°) *Calcari compatti* che formano interi strati della crosta terrestre, ed intere montagne (Carso) dai colori più vari per le impurità contenute: e sono argillosi, magnesiaci, bituminosi, ferruginosi, ecc. È in generale da questi che si estrae la calce.

Calcare compatto è la *pietra litografica* a grana finissima, di color bianco grigio, usata appunto per litografia. In generale questi calcari derivano da deposito chimico di acque calcarifere oppure sono costituiti da finissimi scheletri di alghe o protozoi foraminiferi.

3°) *Calcari pisolitici, travertini* dei quali il più noto è quello di Tivoli (*Lapis tiburtinus*), molto usato anticamente, ed anche ora, per grandiose costruzioni (Colosseo, ecc.); *le stalattiti, le stalagmiti, i panneggiamenti, le incrostazioni calcaree*: tutti questi derivano da sedimentazione chimica, da acque contenenti molto calcare in soluzione, calcare che evidentemente le medesime acque hanno asportato da altri strati di $CaCO_3$.

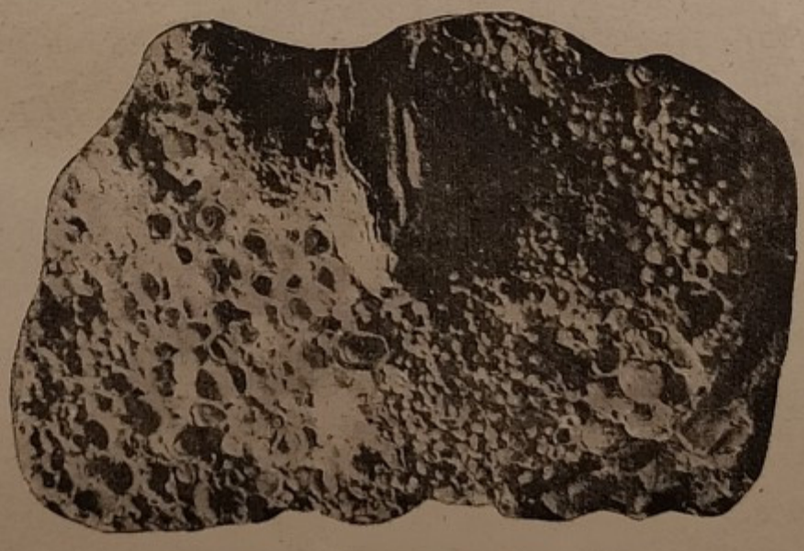


Fig. 76. — Calcare Pisolitico.

4°) *Calcari terrosi,* friabili, costituiti in generale da minutissimi scheletri di foraminiferi, ecc. deposti quando quella regione era ancora fondo marino.

5°) *Marmi;* vanno sotto questo nome le rocce compatte suscettibili di bella pulitura, da potersi quindi usare per ornamentazione.

Vi appartengono le più diverse qualità di calcare dalle origini più varie.

Fig. 77. — Calcare a lumachella.

Citiamo i principali:

Marmo di Carrara, detto anche *saccaroide* per la sua particolare struttura microcristallina; una varietà venata chiamasi *bar-*

Fig. 78. — Calcari con abbondanti ammoniti.
Le Prealpi Lombarde e Venete sono costituite in tanta parte di tali rocce

diglio. *Marmo di Candoglia* (Ornavasso-Toce), con cui è fabbricato il Duomo di Milano; è marmo cristallino. *Rosso Verona*, costituito

da ciottoli calcari rossi e sovente anche da fossili (ammoniti), ben cementati. *Lumachella nera* del Vicentino, formata da conchiglie cementate insieme, sovente con le bivalvi ancora conservanti i riflessi madreperlacei. *Alabastro orientale* derivato da gigantesche concrezioni stalàttiche o stalagmitiche dalle più diverse tinte. *Portòro o Portovenere* (La Spezia), nero, brecciato e venato in giallo o grigio. *Verde Polcevera* (Genovesato), costituito da serpentino (molto tenero e quindi egualmente ben levigabile) oltre che da calcare.

La calcite, sotto le più varie forme, è diffusissima, e noi ne abbiamo già parlato accennando alle varietà; ricordiamo solo che le Prealpi Lombarde e tutte le Alpi Venete, Trentine, Dolomiti, di Carnia, Carinzia, Carso, ecc. sono costituite da calcare più o meno impuro. Così le Alpi Apuane e molta parte di Appennino (Gran Sasso, M. Pollino, Madonie, ecc.).

Lo *spato d'Islanda* è usato per prismi Nicol, il *calcare comune* come pietra da calce e da pietrisco; ed i marmi per costruzione ed ornamentazione.

4. **Ossido di calcio** CaO. — È detto anche *calce viva*. Viene prodotto con la cottura della *pietra da calce,* oltre i 1000°, provocando cioè la decomposizione:

$$CaCO_3 \Rightarrow CaO + CO_2$$

Ai forni da calce semplici ancora oggi usati per piccoli stabilimenti, si vanno sostituendo dei forni più perfezionati, a lavorazione continua, nei quali il combustibile (*cok*) è mescolato al calcare stesso — invece di venire acceso in un focolare interiore — e permettono di raccogliere anche l'anidride carbonica; e secondoché il calcare impiegato è più o meno puro, si ottengono le *calci grasse* (CaO con poche impurezze) o *magre;* in una buona calce grassa le impurezze — ordinariamente MgO e SiO_2 — devono essere inferiori al 5 %. (1)

È usato per produrre calce spenta.

5. **Idrato di calcio** $Ca(OH)_2$, o *calce spenta,* o *grassello*. — Si ottiene mettendo a contatto con l'acqua la calce viva, secondo la reazione:

$$CaO + H_2O \Rightarrow Ca(OH)_2$$

(1) Tale processo avviene con facilità, ma perché sia compiuto e l'eliminazione dell'acqua sia completa occorrono parecchie settimane. Per tale ragione i regolamenti di polizia urbana non dichiarano abitabili le case di nuova costruzione se non dopo un congruo periodo di tempo, suggerito per ogni regione dalla pratica. Nelle parti interne delle murature la CO_2 penetra stentatamente e sembra che dopo lungo tempo si formino pure (per azione della SiO_2) dei silicati di calcio che contribuiscono a dare maggiore solidità e consistenza ai fabbricati.

L'operazione si fa comunemente in fosse scavate nel terreno nelle quali si butta l'ossido di calcio e successivamente l'acqua: la reazione avviene con grande sviluppo di calore (riscalda fino a 130°) e la calce spenta che si forma vien lasciata a sé, per qualche tempo, in modo che si elimini l'eccesso di acqua la quale filtrando attraverso il terreno trascina buona parte delle impurità solubili.

Mescolando la calce spenta con acqua e sabbia silicea si ha una massa porosa chiamata *malta* che serve ottimamente come materiale da muratura perché, a contatto dell'aria che la attraversa, assorbe anidride carbonica per riformare la massa compatta e resistente del carbonato:

$$Ca(OH)_2 + CO_2 \Longrightarrow CaCO_3 + H_2O$$

Questa reazione non può avvenire sott'acqua, e non potrebbe nemmeno iniziarsi perché l'acqua in grande eccesso scioglierebbe la $Ca(OH)_2$ la quale nelle malte ordinarie si trova in sospensione; ma se la calce venne preparata con calcare contenente discrete quantità di silice o di argilla, allora può cementare — o *far presa* come si dice nel linguaggio comune — anche in seno all'acqua, perché si ha la formazione di silico-alluminati idrati complessi e compatti: la calce vien detta in questo caso *idraulica* (vedi avanti).

La calce trova pure impiego nelle accennate preparazioni della soda e dell'ammoniaca, nella fabbricazione dello zucchero (utilizzandosi in questo caso anche la CO_2 svolta), delle candele, dei saponi, per la depilazione delle pelli, per purificare il gas illuminante ecc. ed anche per preparare altri prodotti quali il carburo di calcio e la calciocianamide.

6. **Carburo di calcio** CaC_2. — Viene ottenuto riscaldando al forno elettrico un miscuglio intimo di calce e carbone quanto più puri:

$$CaO + 3C \Longrightarrow CaC_2 + CO$$

Il carburo di calcio viene utilizzato soprattutto per produzione di acetilene, come a suo tempo si vedrà, e per ottenere calciocianamide.

7. **Calciocianamide** $CaCN_2$. — Si ottiene per azotizzazione del carburo e cioè facendo passare sul carburo, alla temperatura di circa 1000°, una corrente di azoto:

$$CaC_2 + N_2 \Longrightarrow CaCN_2 + C$$

rimanendo il prodotto mescolato a carbone.

Costituisce un ottimo concimante azotato perché, sparso nel terreno in autunno, viene durante l'inverno trasformandosi e lasciando in libertà l'ammoniaca (NH_3) la quale, opportunamente fissata nel terreno dai batteri, sotto forma di nitrati, servirà poi alla vegetazione. È dunque un concimante non di effetto immediato, perciò autunnale.

3. - **CALCI E CEMENTI.** — Per la presa delle ordinarie malte aeree è necessaria una sufficiente esposizione all'*aria* affinchè abbia luogo l'azione della CO_2 e il conseguente indurimento; tale indurimento sott'acqua non potrebbe nemmeno iniziarsi ed anzi l'acqua in eccesso, sciogliendo $Ca(OH)_2$, disgregherebbe presto la sabbia rimasta.

Se invece si preparano delle calci magre contenenti almeno l'8 % di argilla, si ottengono, dopo cottura sufficiente, dei prodotti che induriscono senza l'intervento della CO_2 *e il cui indurimento è determinato dall'acqua*: si hanno cioè le *calci idrauliche* e i *cementi* a presa tanto più rapida quanto più è alto il tenore di argilla. Durante la cottura, che si fa avvenire in forni rotatori, la CaO formatasi disgrega l'argilla e si formano dei *silico-alluminati* di calce i quali cristallizzano assorbendo acqua (e riscaldandosi) mentre la rigidità della massa viene determinata dal fitto intreccio dei cristalli duri e tenaci.

In linea generale il potere di indurimento è in relazione all'*indice di idraulicità* e cioè al rapporto:

$$i = \frac{\text{p. } Al_2O_3 + \text{p. } SiO_2}{\text{p. } CaO} \quad \text{(formula di Vicat)}$$

e secondo l'indice di idraulicità le valci vengono così classificate:

Indice d'idraul.	da	0 a 0,10	corrisp.	alle	*calci grasse, non idraul.*
»	»	0,10 a 0,15	»	»	*calci debolmente idraul.*
»	»	0,15 a 0,30	»	»	*calci mediamente idraul.*
»	»	0,30 a 0,45	»	»	*calci idrauliche comuni*
»	»	0,45 a 0,50	»	»	*calci fortemente idraul.*

L'uso delle malte costruttorie risale ai primordi della civiltà e già i Romani avevano trovato nelle *pozzolane* (tufi trachitici cotti naturalmente dai vulcani) delle *calci idrauliche naturali* usate largamente nelle antiche costruzioni; le pozzolane (da Pozzuoli) si trovarono disseminate nei territori vesuviani e laziali.

Nel 1756-57 l'ing. Smeaton aveva adoperato, con buon risultato, nella costruzione del faro di Eddystone una calce leggermente idraulica, ottenuta a Plymouth, con pozzolana di Roma: attribuì la proprietà di far presa alla silice ed all'argilla.

La ragione dell'idraulicità e la possibilità di preparare artificialmente le calci idrauliche fu però poi stabilita definitivamente dal *Vicat* che nel 1818 pubblicò i relativi studi iniziati nel 1812.

Data l'importanza della questione, il *Consiglio generale dei ponti ed argini* e l'*Accademia delle Scienze* di Parigi vollero controllare i risultati della scoperta e nominarono una Commissione innanzi alla quale il Vicat fece cuocere del calcare grasso e dell'argilla fornitigli (dopo averli mescolati nelle proporzioni convenienti) e preparò della calce idraulica: il prodotto fu messo in bottiglie che finirono di essere riempite d'acqua e furono chiuse, suggellate e

conservate per essere riaperte dopo un anno. Dopo l'anno si constatò che un ago di acciaio non poteva più attraversare la massa di calce nemmeno con compressione, smentendosi la previsione di un ispettore dei ponti ed argini il quale aveva detto al Vicat che, avendo messo della *pasta* nelle bottiglie, vi avrebbe trovato della *pappa*.

La preparazione di cementi cominciò dopo a diventare industriale per opera di Aspdin che nel 1824 impiantò la prima fabbrica di *cemento Portland*.

Le costruzioni in *cemento armato* esigono delle armature in ferro ben collegate che si pongono entro rivestimenti esterni di legname ed entro a questi si versano degli impasti con acqua di cementi, sabbia, ghiaiola, ecc. in modo che con opportune compressioni vengano esclusi tutti i vani e si abbia il consolidamento graduale e regolare del blocco.

Queste costruzioni, che sono rese possibili dalle *uguali dilatabilità del ferro e del cemento* e che rappresentano grandi vantaggi per durata, leggerezza e resistenza, richiedono accuratezza e conoscenza delle cause favorevoli e nocive; ad es. un iniziale arruginimento del ferro facilita l'adesione, le sostanze organiche ostacolano la presa; i freddi la ritardano e le elevazioni rapide di temperatura fanno indurire troppo rapidamente le superfici. In ogni caso è poi necessario far riposare i blocchi — secondo lo spessore da pochi giorni a mesi — prima di togliere le armature, affinché avvenga l'indurimento completo.

Fu un giardiniere, Monier, che per primo nel 1868 ebbe l'idea di costruire dei vasi e dei tubi con fili e reti di ferro al quale faceva aderire l'impasto di cemento. Il primo brevetto per le costruzioni in cemento armato fu poi preso dall'ing. *Hennebique*.

Nei casi in cui non sono necessarie le armature si ha il *béton* semplice (non armato) o *calcestruzzo*, impasto di cemento e ghiaia; con cemento semplice (o frammisto a sabbia fine) si fanno rivestimenti di serbatoi, piastrelle di pavimentazione, lastroni, recipienti.

Coi cementi si fanno pure impasti per ottenere pietre artificiali imitanti i *marmi*, le *arenarie* (1-5 di sabbia, 1 di calce spenta, 1 di cemento), le ardesie (con amianto: un tipo speciale è l'*eternit*) aggiungendovi anche colori diversi, materie carboniose e potendo il cemento venire sostituito da allume, gesso, vetro solubile ecc.

Le prime fornaci di materiali idraulici furono impiantati da noi nel 1858, a Palazzolo (Brescia-Bergamo) dalle ferrovie Alta Italia: i maggiori centri di produzione sono oggi Casale Monferrato, Bergamo, Vittorio Veneto, Civitavecchia, S. Giovanni Teduccio.

CAPITOLO XXIII.

Magnesio

1. - **MAGNESIO** (Mg = 24,32; bivalente).

1. **Stato naturale.** — Non esiste libero in natura; è invece abbondante nei suoi minerali tra cui notevoli: la *magnesite* ($MgCO_3$), la *dolomite* $CaMg(CO_3)_2$, il *talco* (silicato di magnesio). Nei vegetali trovasi nella *clorofilla*. Generalmente viene ricavato dalla magnesite.

2. **Proprietà e usi.** — È bianco-argenteo splendente; leggero (p. sp. = 1,8), malleabile e duttile (in commercio trovasi in nastri metallici); brucia all'aria con luce bianca vivissima. Per queste sue proprietà viene usato: in leghe leggere per costruzioni aeronautiche (magnalio, ecc.) e per fotografare in ambienti poco illuminati (lampo di magnesio).

2. - **PRINCIPALI COMPOSTI DEL MAGNESIO** sono: la magnesite, la dolomite e il talco tra i minerali; l'ossido tra i prodotti artificiali.

1. **Magnesite** $MgCO_3$ (carbonato di magnesio), detta anche *Giobertite*. — Cristallizza in romboedri come la calcite con la quale è anzi isomorfa, potendo una miscela di $CaCO_3$ ed $MgCO_3$ dare origine ad un altro minerale chiamato *Dolomite* (1).

Cristalli o masse terrose bianco-giallastre. Molta magnesite deriva dalla alterazione di masse oliviniche, nella loro trasformazione in serpentino e magnetite.

Importanti giacimenti italiani sono quelli di Baldissero (Piemonte) e di Castiglioncello (Livorno); fuori d'Italia i più noti sono nell'Asia Minore e nell'Eubea (Grecia).

La Magnesite è usata per ricavare la magnesia purgativa, che è ossido di magnesio puro.

---

(1) Quando due sostanze analoghe cristallizzano nelle stesse forme si dice che sono **isomorfe** (= egual forma); in tal caso molto spesso le molecole diverse si possono riunire e formare molecole doppie di corpi la cui forma cristallina è come quella delle due precedenti donde derivano. Così la calcite ($CaCO_3$) e la Magnesite ($MgCO_3$), chimicamente analoghe (ambedue carbonati), cristallizzano in romboedri e le loro molecole possono riunirsi a formare la *dolomite* [$MgCa(CO_3)_2$] che cristallizza egualmente in romboedri.

2. **Dolomite** $CaMg(CO_3)_2$ carbonato doppio di magnesio e di calcio. — La dolomite è poco attaccabile dagli acidi a freddo, quindi lo sviluppo di anidride carbonica (CO_2) intenso nella calcite, qui non è molto apprezzabile. Color bianco cereo, sovente scuro per impurità. Cristalli romboedrici, frequenti i cristalli multipli e gli *aggruppamenti*.

Abbondantissime poi le masse dolomitiche compatte (i cui cristalli sono visibili solo nelle spaccature e nei vani della roccia) formanti interi strati ed anche intere catene montuose. Da ricordare però che tanto le vere dolomiti (Trentino, Alto Vicentino, ecc.) quanto le altre masse dette dolomitiche (Grigna, Resegone, Presolana), in realtà sono costituite da strati alternati di calcare e dolomite.

Rappresentano quasi sempre rocce di origine sedimentare marina e, spesso, vere scogliere e isole coralline fossilizzate ed emerse da antichi mari.

Le rocce dolomitiche non servono per calcite, bensì soprattutto per pietrisco; al più, per ottenere, con la cottura, ossido di magnesio.

3. **Talco.** — È un silicato idrato di magnesio che si trova in aggregati cristallini come prodotto di alterazione dalla olivina o dagli anfiboli. Polvere untuosa al tatto; lucentezza madreperlacea; durezza = 1.

In natura si trovano diverse varietà di talco, di cui la principale è la *steatite*, associata alle serpentine, avendo la stessa origine dalle masse oliviniche, nell'Appennino Emiliano: è a grana fine e compatta.

È usato, essendo infusibile, per foggiare beccucci per fiamme a gas o ad acetilene; essendo tenero, per scrivere sulla lavagna e per pietra da sarti; essendo untuoso, come lubrificante secco. È inoltre usato nell'industria della carta, per materiale da copertura di tetti, per l'industria della gomma, per fonderie, per cosmesi (Borotalco). I giacimenti più abbondanti sono nel Canadà. In Italia vengono sfruttati buoni giacimenti in Val Chisone e in Val Pellice (Pinerolo).

4. **Ossido di magnesio** MgO. — Si ottiene MgO quando si brucia il magnesio; ma industrialmente si ottiene dalla calcinazione (= torrefazione) della magnesite:

$$MgCO_3 \Rightarrow MgO + CO_2$$

Negli stabilimenti farmaceutici è utilizzata anche la CO_2, che viene ridotta allo stato solido in blocchetti bianchi.

A seconda della temperatura con cui venne preparato, può presentarsi in polvere bianca soffice e leggera, detta *magnesia leggera*, oppure in massa bianca pesante, detta *magnesia pesante, calcinata, usta*. In ogni caso vengono usate in medicina come purgative.

Per il citrato di magnesio e la magnesia effervescente vedi *acido citrico*.

$MgSO_4 + 7H_2O$ sale inglese o amaro

CAPITOLO XXIV.

Radio e sostanze radioattive

Il **RADIO** (Ra = 226; bivalente) si trova in quantità assai esigua in alcuni minerali ad accompagnare quasi sempre l'*uranio* (che è un altro metallo). Ad es., nella *plechblenda* di Joachimsthal (Boemia) si trova di Ra poco più dei tre decimilionesimi del peso dell'U: delle tracce piccolissime di Ra si possono riconoscere per la proprietà che esso ha di rendere conduttrice l'aria e di scaricare gli elettroscopi (1). Altri minerali radiferi sono la *gummite*, la *carnotite*, la *calcolite* (in Cecoslovacchia, nel Congo Belga, nel Portogallo, in Australia, nel Madagascar ecc.). Di Ra fino al 1926 ne sono stati prodotti in tutto poco più di 500 gr.; in Italia sono stati trovati minerali radiferi nei gneiss delle Alpi liguri (Lurisia), in Sardegna, nell'isola di Giglio ecc.; d'altra parte il Ra è *abbastanza diffuso* trovandosi in varie acque radifere ed anche — in tracce affatto infinitesime — nell'atmosfera.

Fu scoperto nel 1898 da Curie e venne isolato in pochissima quantità nel 1910 da Curie e Debierne. La proprietà più importante del Ra è quella di emettere continuamente radiazioni (α alfa, β beta, γ gamma) anche quand'è allo stato di composto, mentre svolge 118 calorie per grammo e per ora (2); può rendere conduttori (oltre l'aria) l'acqua, la benzina ed altre sostanze isolanti; rende fosforescenti diamante, quarzo, ecc. e specialmente il *platinocianuro di bario*, $BaPt(CN)_4$, sale di colore giallo-verdognolo che si usa in radioscopia; il radio sulla pelle produce ustioni e distrugge i tumori maligni (quindi le cure con varie sostanze che hanno come impurezze delle tracce di comp. di Ra), decompone H_2O_2, HNO_3, ecc.

---

(1) In tal modo si può determinare fino alla millesima parte d'un milionesimo di mg. (mg. 10^{-9}) di radio: con le comuni bilance di precisione si arriva al decimo di mg., con l'olfatto si può arrivare a riconoscere fino a un centesimo di milionesimo di mg.

(2) Si è calcolato che per spiegare l'origine del calore solare e delle stelle basta ammettere la presenza di 1 gr. di Ra per ogni tonnellata della massa stellare.

Ponendo un sale di radio in una piccola fossetta scavata in un blocco di piombo e formando un campo magnetico i raggi α deviano in un senso rivelandosi carichi positivamente (velocità di 12-18.000 chilometri al secondo), i raggi β subiscono una deviazione 1000 volte maggiore in senso opposto (velocità 270.000 km. al secondo), mentre i γ rimangono indeviati. Si dimostrò poi che gli α perdendo le due cariche positive diventano atomi di He e contemporaneamente resta come residuo un gas densissimo ed inerte costituente un nuovo elemento, detto *radon, niton* od *emanio* (Em = 222). E si constatò così la decomposizione *ultrachimica*:

$$Ra\ (226) = Em\ (222) + He$$

A sua volta lo Em perdendo He dà luogo a un Radio A e si dimostrò che partendo dall'U, per perdite successive di particelle α o β si ha tutta una serie (*famiglia*) di elementi il cui ultimo termine è il Pb. Per i singoli elementi furono poi determinate le *vite medie, di durate variabilissime*: ad es. l'U ha una vita media di 8 miliardi di anni, mentre l'emanio ha una vita media di 5 giorni e mezzo e il Radio A di 4,3 minuti!

Il radio dà composti analoghi a quelli di altri metalli, ad es. $RaCO_3$, $RaCl_2$, $RaBr_2$, $RaSO_4$ (insolubile). In radioterapia si usano soluzioni di $BaBr_2$ con *tracce* di $RaBr_2$.

CAPITOLO XXV.

Alluminio - Suoi minerali e suoi composti

1. - **ALLUMINIO** (Al = 27; trivalente).

1. **Stato naturale.** — L'alluminio non si trova allo stato nativo; è invece abbondantissimo nelle più diverse rocce e minerali; ma nonostante questo, è talmente difficile la sua estrazione che venne scoperto solo nel 1827 (da Wöhler), solo nel 1890 si è iniziata la estrazione industriale, e solo dal 1915 si è riusciti a ottenerlo a buon prezzo. Trovasi nell'argilla, nel caolino e in un grande numero di silicati.

Il suo più importante minerale però è la *bauxite* (sesquiossido idrato di Al) dalla quale lo si ricava con *metodo elettrolitico*. Si fa passare la corrente elettrica attraverso una massa fusa di bauxite (mescolata a un fondente): si impiegano come polo positivo dei bastoni di coke con grafite e come polo negativo lo stesso alluminio formatosi che poi si deposita al fondo e infine si fa colare da aperture laterali: i carboni positivi che si consumano vengono man mano sostituiti.

2. **Proprietà ed usi.** — Ha bel colore bianco-argenteo, molto leggero (p. sp. 2,6), molto duttile e malleabile (fogli fino a 7 millesimi di mm. di spessore); all'aria si riveste d'una patina di idrato che protegge la rimanente massa. Non è alterato dall'H_2SO_4 e dall'HNO_3, bensì dall'HCl e dagli idrati di sodio e potassio.

In polvere si accende alla fiamma e brucia con luce viva (*lampo d'alluminio*), sostituisce spesso perciò il magnesio nei fuochi artificiali, ecc.

3. **Usi.** — È oramai uno dei metalli più usati in sostituzione di altri passati in sott'ordine. Così ha sostituito il rame negli utensili di cucina; la stagnola nei fogli per avvolgere cioccolatti, salami, ecc., il ferro, il bronzo, ecc. per apparecchi diversi, soprattutto per apparecchi leggeri (dirigibili, aeroplani); il magnesio nei fuochi pirotecnici. Numerose sono le sue leghe leggere: il *magnalio* (Al e Mg), usato per apparecchi di fisica, per specchi, ecc.; il *duralluminio*

(alluminio con piccole quantità di Cu, Mg e manganese) per apparecchi d'aviazione e d'automobilismo. Importante è poi l'applicazione nella *alluminotermia* per le saldature autogene: una miscela di alluminio e ossido ferrico, detto *termite*, sparsa sui pezzi di macchine da fondere, aumenta talmente la temperatura (per ossidazione) da raggiungere facilmente 3000°, facilitando così la saldatura o il taglio di lastre di ferro.

2. - **I PRINCIPALI COMPOSTI D'ALLUMINIO** sono: il solfato d'alluminio e l'allume, artificiali; la bauxite, il corindone, il caolino,

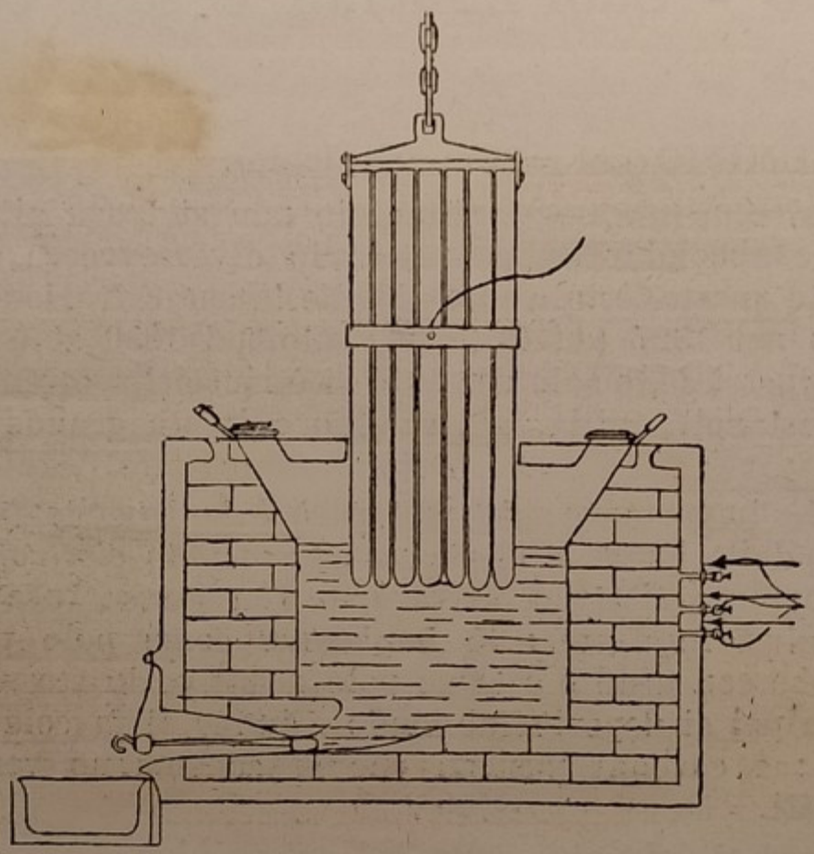


Fig. 79. — Forno elettrico per la preparazione dell'alluminio.

l'argilla, l'ortose e la mica, che sono invece naturali, cioè minerali. E li vedremo brevemente.

1. **Solfato di alluminio** [$Al_2(SO_4)_3$] viene impiegato nella fabbricazione della carta, nella concia delle pelli, come mordente in tintoria e per impermeabilizzare i tessuti (impermeabili *loden*).

2. **Allumi.** — Gli allumi sono solfati doppi di alluminio e di metalli alcalini che cristallizzano con 24 molecole di acqua in bei cristalli spesso ottaedrici. Tutti gli allumi poi hanno la proprietà di essere **isomorfi;** come già si è visto più sopra, chiamansi isomorfe quelle sostanze che, come gli allumi, hanno analoga costituzione chimica, cristallizzano in forme analoghe e danno luogo a cristalli costituiti di miscele proporzionate delle stesse sostanze. Poiché gli allumi

sono variamente colorati, il fenomeno è reso ben manifesto dagli strati a vari colori di cui ogni cristallo si vede costituito.

L'allume più comune è l'**allume di rocca** [$Al_2(SO_4)_3.K_2SO_4.24H_2O$], solfato doppio di alluminio e potassio che in Italia si prepara utilizzando i giacimenti di pietra d'allume naturale delle lave dei Monti della Tolfa (Civitavecchia-Bracciano). Oltre che per gli usi dei comuni allumi e del solfato, si usa anche come caustico, astringente e leggero disinfettante.

3. **Bauxite** $Al_2O_3.3H_2O$. — È un idrossido di alluminio colloidale con impurità varie, specie di ferro. Deriva probabilmente dalla alterazione della sostanza argillosa. Ha aspetto terroso, anche quando è compatta.

Fig. 80. — Bauxite.

La bauxite trovasi a Baux (Francia), molto in Istria, i cui giacimenti sono sfruttati in modo razionale con grandi benefici della nostra industria, e anche nella provincia di Aquila e nelle Puglie. L'origine però di alcuni giacimenti si potrà meglio studiare nel corso di geologia.

È, con la leucite, uno dei due minerali finora dal quale si estragga l'alluminio. Il metodo di estrazione è, come si è detto, per via elettrolitica quindi relativamente molto facile e poco costoso per noi che, scarsi come siamo di carbone nero, fummo da natura favoriti di montagne, di ghiacciai, laghi e quindi di relativo carbone bianco in caduta. La lavorazione è effettuata specialmente a Bolzano.

4. **Caolino** $H_2Al_2(SiO_4)_2H_2O$. — Spesso deriva dalla alterazione dell'ortose o della leucite che sono abbondantissimi nelle rocce vulcaniche; sovente è cristallizzato, ma con maggiore frequenza si presenta in masse polverulente, terrose; trovasi sovente in grande quantità su rocce vulcaniche (porfidi, trachiti, ecc.) dalle quali deriva, a sua volta ricoperto da sostanza argillosa. Questa giacitura vuole indicare precisamente che mentre il caolino si è così originato per trasformazione in seguito a cause endogene (ed è tanto più puro, bianco, quanto più si va nell'interno del giacimento), la sostanza argillosa deve invece la sua origine ad alterazione prodotta sull'ortose dagli agenti atmosferici.

Giacimenti in Italia si trovano in Sardegna, ed alla Tolfa, presso Civitavecchia. Il suo nome deriva da Kaoling, nome di una collina della Cina, dalla quale ricavasi abbondante e puro minerale. È la materia prima per la fabbricazione delle porcellane e delle maioliche fine; *non* è usato per estrarre l'alluminio.

5. **Sostanza argillosa.** — È caolino impuro col quale ha comune l'origine, se non la causa, come abbiamo visto sopra. Mentre poi il caolino ha struttura cristallina, la sostanza argillosa è amorfa, colloide per eccellenza, ed è anzi per questo motivo che:

1°) *trattiene* molte impurità di K.Fe, per la qual ragione assume vario colore, (se è rossa contiene ferro), ed è *adatta alla vegetazione*, specie se con l'argilla trovasi calcare e sabbia da renderla alquanto porosa almeno all'aria, di cui tanto hanno bisogno le radici delle piante;

2°) *assorbe* acqua, rigonfiandosi, diventando così plastica (forme di argilla per getti).

L'argilla pura tuttavia è inadatta alla vegetazione essendo impermeabile all'acqua, per cui i terreni esclusivamente argillosi sono acquitrinosi durante le piogge ed aridi e fessurati nella stagione asciutta. Molte argille non derivano da alterazione di altre rocce ma da tranquillissima sedimentazione di fanghiglie in bacini lacustri o marini.

Le argille con la cottura induriscono permanentemente; sono quindi usate *per laterizi* (tegole, mattoni, ecc.), il color rosso dei quali è dato dal ferro contenuto.

Argille refrattarie sono invece quelle usate per rivestimento di fornaci, ecc. e che non solo sono quasi infusibili (e ciò dipende in generale dalla mancanza di Fe), ma neppure reagiscono col materiale da fondere.

6. **Corindone** Al_2O_3 (sesquiossido di alluminio). — Si presenta sovente in bei cristalli romboedrici, dalla lucentezza adamantina, limpidi ed incolori se puri, spesso tinti con i più vari colori; infusibile, inattaccabile dagli acidi, durissimo: è per questa proprietà che è molto pregiato e ricercato nelle sue varietà. Queste sono:

1°) *rubino* (rubino *nobile* o rubino *orientale*) rosso, da non confondere coi granati rossi o con altre pietre meno dure e meno preziose. Trovasi nelle sabbie gemmifere dell'alta Birmania. Usato come gemma preziosa.

2°) *zaffiro* (zaffiro *nobile* od *orientale*) azzurro. Trovasi nelle sabbie del Siam ed è usato come pietra preziosa.

3°) *Spato adamantino*: bei cristalli grossi, opachi, usati come il seguente, polverizzato, per mole, pulitura marmi, pietre, ecc.

4°) *Smeriglio polverulento*. Ambedue queste varietà vengono importate da Naxo (monopolio statale della Grecia) e dall'Asia Mi-

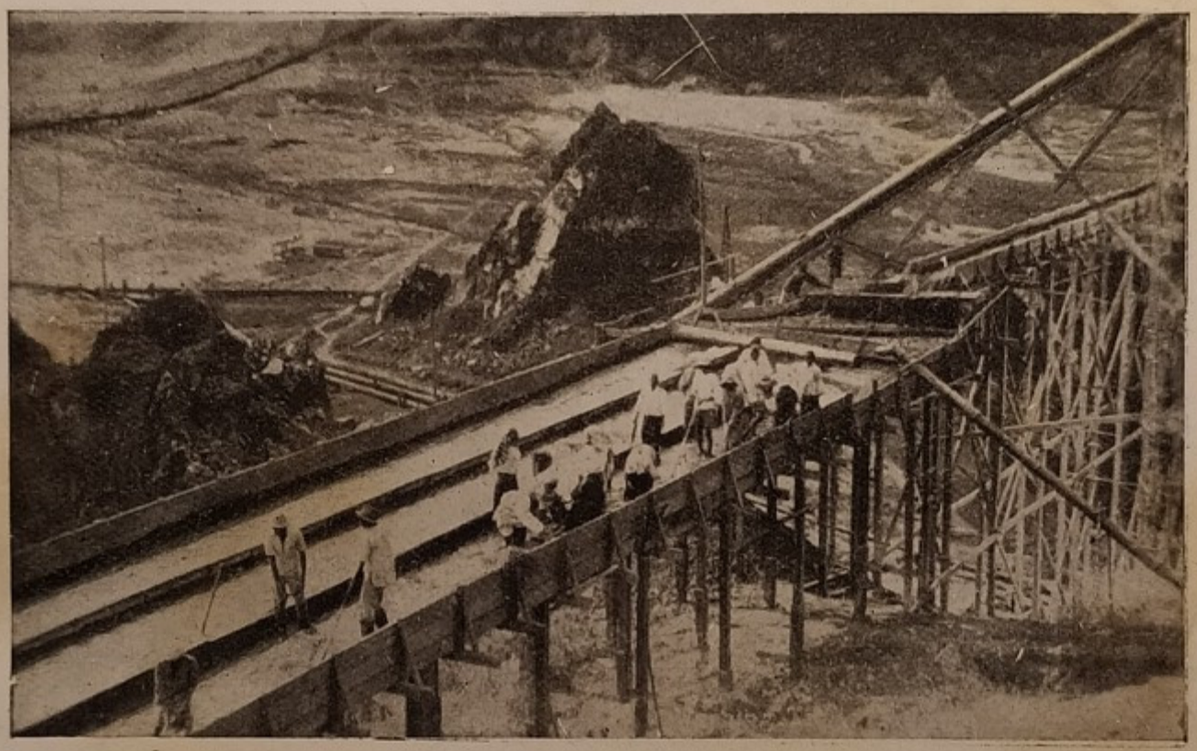


Fig. 81. — *Miniera di rubini a Mogock* (Birmania). Lavaggio delle sabbie gemmifere.

nore per gli usi di cui si è detto prima; però il *carborundum* (SiC), artificiale, ha soppiantato molto lo smeriglio nei suoi usi svariati.

Attualmente molte pietre preziose vengono riprodotte *artificialmente* con diversi metodi tanto perfezionati da esserne impossibile il riconoscimento avendo la medesima composizione chimica (con polvere d'allumina) e la medesima durezza e lucentezza, specialmente quando siano già sfaccettate.

7. **Ortose** $KAlSi_3O_8$ (trisilicato di Al e K). — È detto anche *feldspato* o *ortoclasio*. È un minerale abbondante nel granito sotto forma di piccoli cristalli frammisti agli altrettanto piccoli cristalli di quarzo e di mica. Spesso però, nello stesso granito o anche in altre rocce, forma lunghissimi filoni o mandorle di spessore talora

rilevante, costituiti quasi completamente di ortose: è in tal caso che viene utilmente estratto per la fabbricazione della porcellana. Generalmente è bianco, ma talvolta è roseo, come nel granito di Baveno (Lago Maggiore). All'aria umida si trasforma con una certa facilità in argilla; sotto l'attività invece di gas profondi d'origine vulcanica, si trasforma in caolino. È una delle materie prime per la porcellana e per le maioliche. In Italia sulle Alpi se ne trova molto, ma quasi sempre troppo disperso perché possa venire utilizzato.

8. **Miche.** — Le miche formano un gruppo di silicati di alluminio e di metalli alcalini con o senza Mg e Fe. Si presentano in

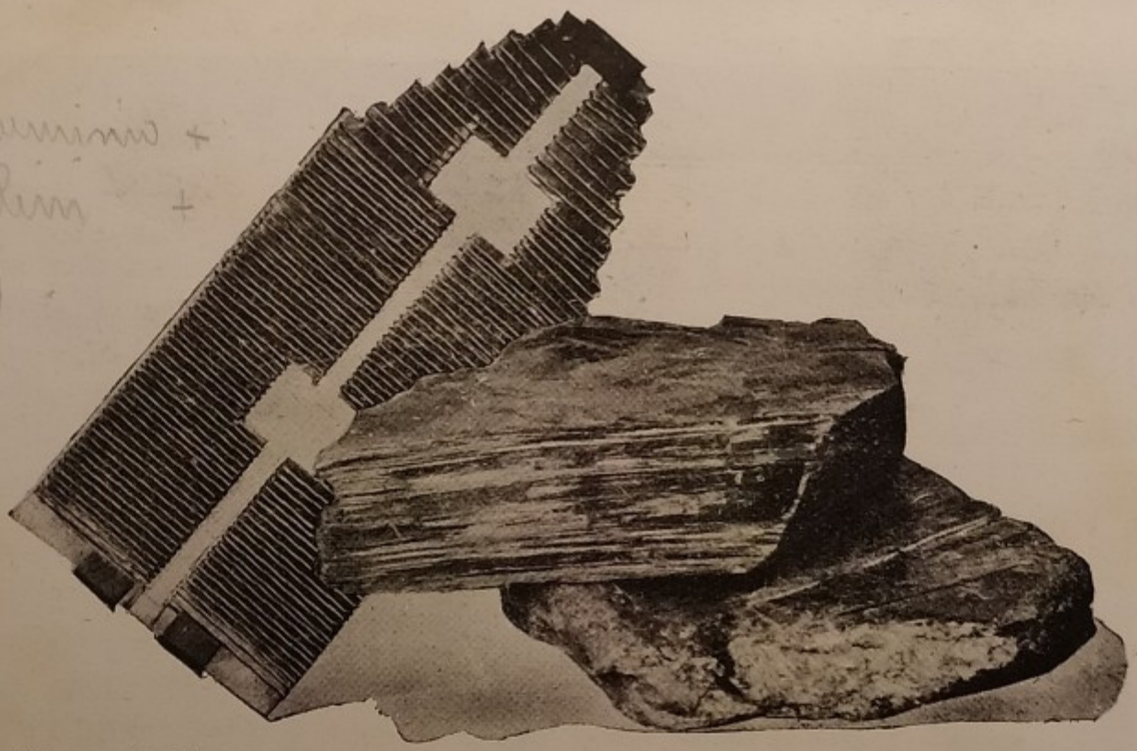


Fig 82. — A destra: muscovite naturale. A sinistra: un isolatore interno, per ferro da stiro elettrico, costituito di mica. (Fot. S. De Capitani).

cristalli lamellari di grande lucentezza (*micare* = luccicare). Sono componenti di rocce molto diverse: graniti, scisti, argille. Vi sono diverse qualità di miche; le più importanti sono: la *mica bianca,* o potassica, e la *mica nera,* o ferro-magnesiaca.

Nell'India e nel Canadà esistono vasti giacimenti di muscovite in lastre abbastanza grandi; è usata per guarnire finestre di forni e di stufe; come isolante, per ferri da stiro elettrici essendo infusibile e cattiva conduttrice di elettricità. In Italia esiste un piccolo giacimento in Val d'Antrona (Domodossola).

3. - **PRODOTTI CERAMICI.** — Le *porcellane* e gli altri *prodotti ceramici* sono costituiti fondamentalmente da silicati infusibili di alluminio: la materia prima essenziale è il *caolino* il quale quando è puro è bianco e costituisce la *terra da porcellana;* le *argille* sono invece utilizzate per laterizi, terraglie, maioliche.

L'arte ceramica utilizza la grande plasticità che acquistano le argille quando vengono impastate con acqua, e col caolino puro si arriva alle modellazioni più fini ed artistiche; con la cottura poi i prodotti ceramici, *eliminandosi tutta l'acqua* e conservando esattamente la forma, diventano porosi, non riassorbono più l'acqua perduta e nei pori si possono fare avvenire le vetrificazioni dei materiali fusibili aggiunti alla pasta.

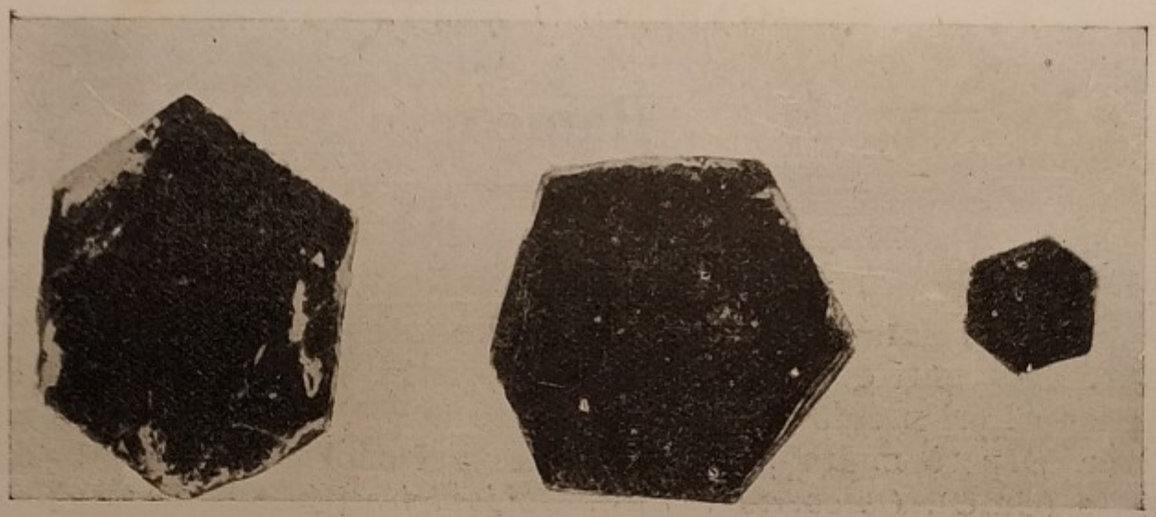


Fig. 83. — Cristalli di mica muscovite.

Si distinguono i seguenti prodotti ceramici:

1°) *Terre cotte* e *laterizi*, di color rosso, giallo, bruno secondo le percentuali di ossidi di ferro, magnesio, ecc.; vengono cotte a 600°-800°.

2°) *Grès* a base di argille comuni plastiche addizionate di alcali e calce. Vengono cotti a 1200°-1650° secondo i tipi e si ottengono masse a grana serrata, pochissimo permeabili, non scalfibili dall'acciarino e resistenti anche agli acidi energici: possono venire anche verniciati a smalto e trovano applicazione dagli oggetti artistici ai tubi per condutture di gas e d'acqua, per pavimentazione e grandi recipienti per acidi ecc.

3°) *Maioliche*, preparate con argille più pure: vengono cotte una prima volta a 950° per poi venire ricoperte da SnO_2 e altri ossidi in modo che, venendo cotti a temperatura più alta, si formi lo smalto superficiale bianco o colorato onde coprire la colorazione scura della parte interna.

4°) *Porcellane* preparate con caolino, quarzo e ortose che può essere sostituito da calcare. Dopo una prima cottura a 700°800° si ottengono oggetti porosi che vengono immersi in poltiglie di materie vetrificabili per venire in seguito portati a temperature più elevate (1500°) onde ottenere, con la vetrificazione, oggetti a massa dura e compatta. Gli oggetti sottoposti alla sola prima cottura, che però allora si prolunga a 1400°, sono i *biscuits*.

CAPITOLO XXVI.

Rame

1. - **RAME** (Cu = 63,5; mono- e bivalente).

1. **Stato naturale.** — Trovasi libero in natura (= rame nativo) in begli aggregati dendritici dal caratteristico color rosso, nei giacimenti cupriferi presso il Lago Superiore (S. U. A. e Canada) e nella Bolivia. È però molto più abbondante nei suoi composti minerali: *Cuprite* (Cu_2O), *Calcocite* (Cu_2S), *Calcopirite* ($CuFeS_2$) e *Malachite* [$CuCO_3.Cu(OH)_2$]; si ricava soprattutto dai primi tre, venendo la malachite usata invece come marmo verde prezioso. Dai greci era chiamato *calcos* (dalla Pen. Calcidica) e dai romani *cuprum* (da Cipro).

2. **Proprietà.** — È un metallo di color rossastro; all'aria umida per azione del vapor acqueo e della CO_2 si riveste d'uno strato di *verderame* [$CuCO_3.Cu(OH)_2$] che corrisponde in natura allla malachite. È molto duttile e malleabile per cui può essere tirato in fili sottilissimi e in fogli semitrasparenti. Viene facilmente attaccato da quasi tutti gli acidi con formazione di sali velenosi (solfato, nitrato, acetato, ecc. di rame).

3. **Usi.** — Data la sua conducibilità elettrica e termica è molto usato per i *fili di conduzione* di elettricità (per quanto venga sempre più sostituito dall'alluminio, più leggero e più economico), per *caldaie* industriali, per *utensili da cucina*. Per quest'ultimo uso è indispensabile una buona stagnatura interna ad impedire che il rame, a contatto dell'acqua o di cibi acidi, formi dei composti velenosi. Ma oramai vengono sempre più sostituiti da utensili in alluminio, in nichelio e in ferro (ferro smaltato).

Inoltre viene usato per *lastre per incisioni all'acqua forte* (HNO_3) ed è importantissimo come componente di un gran numero di leghe (bronzi, ottone, packfong, alpaka). Vari *colori verdi* sono poi a base di rame.

2. - **PRINCIPALI COMPOSTI DI RAME.** — I principali composti di rame, naturali e artificiali, sono: la calcopirite e la malachite, d'origine naturale; il solfato di rame, artificiale.

1. **Calcopirite** $CuFeS_2$ (solfuro di ferro e rame). — È il minerale di rame più diffuso in natura e più importante industrialmente. Trovasi generalmente in ammassi compatti a struttura finissima. Il colore somiglia a quello della pirite, ma il suo *giallo* è meno chiaro, più simile all'ottone, tendente al verdognolo; la pirite poi si presenta quasi sempre in bei cristalli, in ammassi invece presentasi la calcopirite; questa ha una durezza inferiore almeno di un grado, e non dà scintille se percossa coll'acciarino (la pirite invece sì: anzi il suo nome lo deve a ciò). Essendo un composto di rame e ferro, in superficie si altera tanto in verde malachite che in rosso limonite, la quale rappresenta l'ultimo prodotto di alterazione dei minerali di ferro.

Come quasi tutti i solfuri, è un prodotto di origine vulcanica. Giacimenti importanti sono quelli di Sassonia, ecc.; da noi si trova con tutti gli altri minerali di rame a Montecatini, in Liguria (Casarsa Ligure e Sestri Levante), e ad Agordo (nel Bellunese alquanto vicino ai giacimenti cinabriferi di Gosaldo).

Serve per l'estrazione del rame, ma anche direttamente per la fabbricazione del solfato di rame ($CuSO_4$).

2. **Malachite** $CuCO_3.Cu(OH)_2$ (carbonato basico di rame). — È l'ultimo prodotto di alterazione dei minerali di rame, ed è spesso associato alla *azzurrite* che è un composto analogo, ma azzurro, mentre la malachite è verde.

Copre sovente le monete antiche. Trovasi in masse, spesso anche abbastanza voluminose, specialmente negli Urali, concrezionari, zonari, fibroso-raggiate d'una splendida tinta verde lucida; levigata è un materiale da decorazione (marmo prezioso) di grande valore (Roma in S. Paolo fuori le Mura).

3. **Solfato di rame** $CuSO_4$, detto anche *vetriolo azzurro* perché può derivare dall'azione dell'H_2SO_4 (= vetriolo) sul rame e per il suo colore azzurro. Dalle soluzioni acquose cristallizza in grossi cristalli azzurri con 5 mol. di H_2O che perde lentamente, diventando allora polverulento e biancastro.

È molto usato nell'arte tintoria, in galvanoplastica (per ottenere coppie di rame), nella fabbricazione di inchiostri coloranti, ma, soprattutto, nella viticoltura perché una miscela di solfato di rame e di calce spenta (detta *poltiglia bordolese* o *verderame*) è un ottimo anticrittogamico per combattere (o prevenire) la peronospora della vite.

CAPITOLO XXVII.

Zinco, Piombo e loro minerali

1. - **ZINCO** (Zn = 65,38; bivalente).

1. **Stato naturale.** — Non si trova libero in natura, bensì solo nei suoi minerali dai quali lo si ricava: *blenda* (ZnS), *calamina* [$(ZnOH)_2SiO_3$], *Smithsonite* ($ZnCO_3$).

2. **Proprietà.** — È un metallo bianco-azzurrognolo luccicante; all'aria umida, per azione del vapor acqueo e della CO_2, si riveste d'una patina di *carbonato basico* che preserva la massa sottostante da ulteriore alterazione. È piuttosto fragile. All'aria brucia con viva luce e producendo ZnO (= *lana filosofica* degli alchimisti). Reagisce con H_2SO_4 e HCl sviluppando H e formando i corrispondenti sali.

3. **Usi.** — Per la sua inalterabilità (al di sotto del sottile strato alterato) è usato in larghe lamine per tettoie, grondaie, tubi. ecc., e per rivestire lamine di ferro per proteggerle dalla ruggine (= *ferro zincato, lamiere zincate*). È molto usato anche nelle pile (polo negativo) e nella costituzione di varie leghe (ottone, packfong).

4. La **produzione mondiale** dello zinco che era di 250.000 t. nel 1880, salì poi a 816.000 (1910) e a 998.000 t. (1924); quella italiana (prima del 1915 il minerale veniva esportato) s'iniziò con 258 t. nel 1916 per arrivare a 17.550 t. nel 1932. Gli stabilimenti più importanti sono a Vado Ligure (processo termico), a Monteponi e a S. Dalmazzo di Tenda (processo elettrolitico).

2. - **PRINCIPALI COMPOSTI DI ZINCO.** — I principali composti di zinco sono: la blenda e la calamina, d'origine naturale, e cioè minerali; l'ossido di zinco, artificiale.

1. **Blenda** ZnS (solfuro di zinco). — Si presenta comunemente in bei cristalli od in masse a struttura granulare o fibrosa. Il colore è vario ma sempre tendente al giallastro. Chi non è pratico la potrebbe confondere con lo zolfo bituminoso.

Si trova in filoni, associata quasi sempre a galena, quindi in Sardegna, in Valsássina (Lombardia), nelle valli Bergamasche (Ca-

misolo, Piazza Brembana, Arera, Presolana, ecc.) e in territorio di Tarvisio (Alpi Giulie).

È il principale minerale di zinco.

2. **Calamina.** — Sotto questo nome va comunemente tanto la vera calamina che è un silicato basico di zinco $(ZnOH)_2SiO_3$, quanto la *smithsonite* che è invece un carbonato di zinco $ZnCO_3$, minerali molto somiglianti tra loro e che si trovano quasi sempre associati, e associati inoltre ai minerali di piombo.

Si presentano comunemente in ammassi fibrosi-raggiati, concrezionati, cavernosi, terrosi, con tinte varie: grigio-giallastri, bruni, verdognoli, bianchi.

I giacimenti piombo-zinciferi più importanti si trovano in Sardegna e nelle valli Bergamasche.

3. **Ossido di zinco** ZnO si ottiene in *fiocchi bianchi* bruciando lo zinco all'aria e industrialmente torrefacendo la blenda o calcinando la smithsonite. È usato per la preparazione di vernici (= bianco di zinco) in sostituzione spesso della biacca di piombo velenosa; e in medicina come astringente e antisettico, spesso sostituito dal solfato di zinco $ZnSO_4$ che, per il suo colore e per la sua origine chiamasi anche *vetriolo bianco*.

3. - **PIOMBO** (Pb = 207; bi-tetravalente).

1. **Stato naturale.** — È rarissimo in natura allo stato libero; è invece alquanto abbondante nei suoi minerali, dai quali si ricava, e cioè soprattutto nella *galena* (PbS).

2. **Proprietà.** — È di color grigio-azzurrognolo con splendore metallico; all'aria si copre d'uno strato di ossido che lo preserva da ulteriore ossidazione. È tenero e poco duttile; è invece alquanto malleabile; lo si può tagliare con il coltello (la cui lama è d'acciaio); è fusibile a soli 327°; non è un buon conduttore del calore e dell'elettricità; p. sp. = 11,4. È intaccato dall'HNO_3, dall'HCl a caldo e dall'H_2SO_4 concentrato; inoltre da alcuni acidi organici contenuti negli alimenti con i quali forma composti velenosi, quali l'acetato di piombo, molto simile per colore al verderame, e affine all'*acqua vegeto-minerale* (che è soluzione di acetato basico di piombo), e il *carbonato di piombo* (o biacca) di cui si vedrà. È per questo motivo che non deve essere usato per utensili da cucina; ingerite, anche in piccole quantità, ma per lungo tempo, tali sostanze finiscono col provocare fenomeni di lento avvelenamento che vanno sotto il nome di *saturnismo* (piombo è il metallo detto di Saturno) reso manifesto da dolori viscerali, coliche dette saturnine, vomiti, ecc.

3. **Usi.** — È usato soprattutto per la costruzione di tubi per il gas illuminante, per l'acqua potabile (la scarsa quantità di prodotti velenosi che si producono e il movimento delle acque fanno sì che tale uso non rechi danno per l'alimentazione); in apparecchi elet-

trici (accumulatori); per leghe diverse (leghe fusibili per valvole elettriche, lega con antimonio per caratteri da stampa, con lo stagno per saldare, con l'arsenico per i pallini da caccia). Serve inoltre a preparare i vari composti industriali.

4. - **PRINCIPALI COMPOSTI DEL PIOMBO** sono: la galena, minerale; poi i composti industriali carbonato e ossidi, usati soprattutto per colori e per vernici.

1. **Galena** (PbS solfuro di piombo). — Generalmente è ben cristallizzata in cubi ed ottaedri con sfaldatura cubica facilissima; côlor grigio piombo con polvere nera.

Trovasi di solito in filoni insieme con argento, blenda, argentite, quarzo, barite, fluorite, ecc. di origine quindi post-eruttiva. Importantissimi per l'Italia sono i giacimenti di Sardegna (Iglesias) e di Lombardia (Valganna, Valsássina. Valli Bergamasche). Di importanza mondiale sono quelli di Murcia in Spagna.

È il minerale più importante per l'estrazione del piombo: è pure usata, microcristallina, come cristallo per piccoli apparecchi radiofonici, in sostituzione della valvola termoionica.

Quando però la *galena* è molto *argentifera* allora si preferisce estrarre il metallo più nobile.

2. **Carbonato basico di piombo** [$2PbCO_3.Pb(OH)_2$]. — È la comune *biacca* usata un tempo, e in parte ancor oggi, nelle vernici e nei colori. La sua velenosità ha provocato leggi speciali per diminuire se non sopprimerne l'uso, e la sostituzione felice con altri bianchi, e cioè: con il *bianco di zinco* (ZnO), con il *bianco fisso* ($BaSO_2$), con il *litopone* (solfato di bario e solfuro di zinco), e con il *bianco di titanio* (TiO_2).

3. **Ossidi di piombo** sono: il *litargirio* PbO, giallo, usato nell'industria ceramica e nelle vernici; il *minio* PbO_4, rosso, usato per smalti e per preservare il ferro dalla ruggine; l'*ossido pulce* PbO_2, marrone scuro, energico ossidante e colorante.

CAPITOLO XXVIII.

Mercurio, Stagno e loro minerali

1. - **MERCURIO** (Hg = 200; mono-bivalente).

1. **Stato naturale.** — Il mercurio trovasi talora allo stato nativo in minute goccioline, mobilissime, argentee, nelle fessure delle rocce cinabrifere (Messico, Spagna, Italia). Però la massima parte si ricava dal *cinabro* (HgS). Hg è l'iniziale di *Hydrargirium* (dal greco *ŭdor* = acqua, *arghiros* = argento).

2. **Proprietà.** — È l'unico metallo che sia liquido alle temperature ordinarie; mobilissimo, di colore argenteo: donde il nome: *idrargirio* dei greci e *argento vivo* dei latini e del volgo. Solidifica a —39° e bolle a +357°. I suoi vapori (e l'evaporazione avviene anche a temperatura ordinaria) sono velenosi e determinano l'*idrargirismo* (stomatite con infiammazione delle gengive, ecc.), una delle tante malattie del lavoro.

Non si ossida nell'aria alla temperatura ordinaria. Scioglie e si lega con alcuni altri metalli (*non* con il ferro e nichelio) formando speciali leghe dette *amalgame*, dalle quali si può liberarlo per evaporazione in seguito a riscaldamento.

3. **Usi.** — Per la sua proprietà di amalgamazione si usa per separare l'oro, l'argento e il platino dalle sabbie finemente triturate; essendo liquido è usato molto nella fabbricazione di apparecchi scientifici (termometri, barometri, ecc.). Importanti sono poi in medicina i suoi composti.

4. **Produzione.** — La produzione mondiale di mercurio è di 4000 tonnellate annue: la metà è di produzione italiana che ha ricche miniere in Idria. Seguono poi la Spagna, che pure abbonda di giacimenti di mercurio, e il Messico.

2. - **PRINCIPALI COMPOSTI DI MERCURIO** sono: il cinabro, che è un minerale; e i due cloruri, calomelano e sublimato corrosivo, che sono prodotti artificiali.

1. **Cinabro** HgS (solfuro di mercurio). — Raramente ben cri-

stallizzato, sovente in masse granulari e compatte o ad impregnare rocce calcaree od argillose alle quali imprimono una tinta rosso vermiglione che è il colore del minerale.

Il cinabro ha origine da acque calde cinabrifere che depongono il minerale nelle fessure, presso la superficie, impregnando le rocce argillose o calcaree, come attualmente avviene per alcune sorgenti termali in California.

I giacimenti più importanti sono in Italia: così intorno al Monte Amiata (Toscana), a Gosaldo nell'Agordino (sopra Belluno), nel bacino di Idria (ad est di Tolmino). Giacimenti pure importanti esistono in Spagna (Almaden), in California e nel Messico.

È usato per estrarre mercurio, dal quale poi si passa agli altri composti artificiali, anche al cinabro puro, detto *vermiglione*, usato in pittura.

2. **Cloruro mercuroso** $HgCl$. — È il noto *calomelano*, polvere che nonostante il suo nome (calo-melano = bel nero) è d'un bel colore bianco; usato in medicina come disinfettante intestinale, come purgante e come antielmintico (vermifugo). Si deve fare attenzione a non accompagnarlo con acidi (limone) o con sale ($NaCl$) ché in ambedue i casi si avrebbe avvelenamento, per separazione di Hg libero coagulante il protoplasma delle nostre cellule, o per formazione di sublimato corrosivo $HgCl_2$ velenoso.

3 **Cloruro mercurico** $HgCl_2$. — È il noto *sublimato corrosivo;* polvere bianca cristallina, solubile in acqua. Buon disinfettante (uso esterno!) ma velenosissimo; come antidoto si usa il bianco d'uovo che, se giunge in tempo, riesce ad assorbirlo nel suo coagulo.

3. - **STAGNO** (Sn = 119; bi-tetravalente).

1. **Stato naturale.** — Raramente lo si trova libero in natura; lo si ricava invece dalla *cassiterite* (SnO_2) che è il suo principale minerale. Però lo si usa ricavare anche dalla *destagnazione* dei ritagli di latta (scatole, barattoli, ecc.) trattati con cloro.

2. **Proprietà.** — È un metallo bianco argenteo splendente; fonde a 232°. È molto malleabile e in fogli sottili costituisce la *stagnola.* Non si altera né all'aria né all'acqua.

3. **Usi.** — Per la sua inalterabilità veniva usato in fogli (oggi sostituito dall'alluminio) per avvolgere confetture, salami, ecc.; per rivestire (*stagnare*) utensili di cucina di rame; per fare serpentini di alambicchi distillatori di sostanze alimentari (birra); per rivestire lastre di ferro (= *latta*) usate per coprire tetti o per scatole di conserve alimentari. Inoltre serve per leghe insieme con rame (bronzi) o piombo (lega dei saldatori e lega per canne d'organo).

4. - **PRINCIPALE COMPOSTO DELLO STAGNO** è il minerale cassiterite.

Cassiterite SnO_2 (biossido di stagno). È l'unico minerale da cui si estragga lo stagno. I cristalli, spesso geminati a *becco di stagno* sono nero-grigi con lucentezza adamantina. Polvere giallognola. È pochissimo alterabile ed è appunto per questo che si trova abbondante come deposito alluvionale nei giacimenti secondari. Infatti si trova o nei filoni o nelle sabbie.

1°) Si trova in filoni che attraversano rocce granitiche in Cornovaglia e Sassonia. Probabilmente questi filoni erano antiche fessure formatesi in seguito a raffreddamento della medesima roccia. Nel liberarsi dal magma sottostante, intense emanazioni endogene gassose di fluoruro di stagno hanno intaccato la rocca granitica colla quale vennero a reagire, formandosi così la *cassiterite* (SnO_2) e molti nuovi minerali fluorurati (topazio, fluorite, mica).

2°) Connessi con questi giacimenti filoniani sono quelli di trasporto alluvionale, nelle sabbie antiche o recenti, di fiumi che provengono da montagne stannifere. Giacimenti simili, oltre che in Cornovaglia ed in Sassonia si trovano a Malacca, che è la regione più ricca di stagno, nella Bolivia e nella Nigeria; se ne trovavano un tempo a Campiglia Marittima (Grosseto) ma vennero quasi completamente sfruttati già fin dagli Etruschi.

Fig. 84. — Gruppi di cristalli di Galena (pentagonododecaedri).

CAPITOLO XXIX.

Ferro e siderurgia

1. - **FERRO** (Fe = 56; bi-trivalente).

1. **Stato naturale.** — Data la sua facile ossidabilità è difficile che si trovi in natura, in superficie. Sono formate di ferro alcune *meteoriti;* di una miscela di ferro e nichelio pare sia costituito il nucleo centrale della Terra.

In combinazione è invece abbondante nei suoi minerali: *ematite* (Fe_2O_3), *magnetite* (Fe_3O_4), *limonite* ($2Fe_2O_3.3H_2O$), *siderite* ($FeCO_3$), *pirite* (FeS_2). Ha poi una grande importanza nel chimismo dei viventi: l'emoglobina contiene ferro e la clorofilla non si forma se non in presenza di ferro nel terreno.

2. **Proprietà.** — È un metallo di color bianco-argenteo; all'aria umida si arrugginisce per formazione di ossido idrato di ferro corrispondente alla limonite naturale. È attaccato da HCl e da H_2SO_4 con il quale forma il solfato di ferro $FeSO_4$ o *vetriolo verde* usato per la correzione dei terreni scarsi di ferro. Decompone l'acqua al calor rosso (cioè quando ha raggiunto quella alta temperatura che gli imprime il color rosso). È magnetico e tenace. Fonde a 1530°.

3. **Tipi di ferro e usi.** — Per il modo stesso che viene estratto il ferro dai suoi minerali, come si vedrà fra poco, si hanno i seguenti tipi:

1°) *Ghisa grigia*: è ferro che contiene dal 2 al 5 % di carbonio; gettata fusa in stampi, serve per innumerevoli ordigni grossolani (colonne, trombe, lastre, ecc.).

2°) *Acciai*: contengono dal 0,5 al 2 % di carbonio; tende a sostituire il ferro dolce nei suoi svariatissimi usi, dalla produzione delle grosse locomotive ai pennini, dalle macchine da cucire agli aghi, ai ferri per chirurgia, alle funi per teleferiche, ecc. Acquista la proprietà di *calamita* permanente quando viene *temperato* mercè la brusca immersione di acciaio, scaldato al rosso, in acqua o in

olio. Acciai speciali, atti a particolari usi, si ottengono inoltre con l'aggiunta di adatte sostanze (silicio, nichelio, magnesio, ecc.).

3°) *Ferro dolce*: è ferro quasi puro o purissimo; risulta da minutissimi cristalli fibrosi, saldati fra loro. È usato per fili, lamiere (stagnate, zincate, smaltate), oggetti casalinghi (ferro battuto), tubi, chiodi, travature diverse, viti, ecc.

2. - **PRINCIPALI COMPOSTI DEL FERRO** sono i suoi minerali, dai quali viene estratto: ematite, magnetite, limonite, siderite, pirite.

1. **Ematite** (Fe_2O_3) sesquiossido di ferro. — Cristalli di color grigio acciaio scuro, iridescenti in superficie per alterazione in limonite, polvere rossa (ed il nome ematite lo dice). Si trova talora ben cristallizzata, come nelle miniere dell'Isola d'Elba; oppure in masse fibroso-raggiate come nella Westfalia e nella Spagna (Bilbao); op-

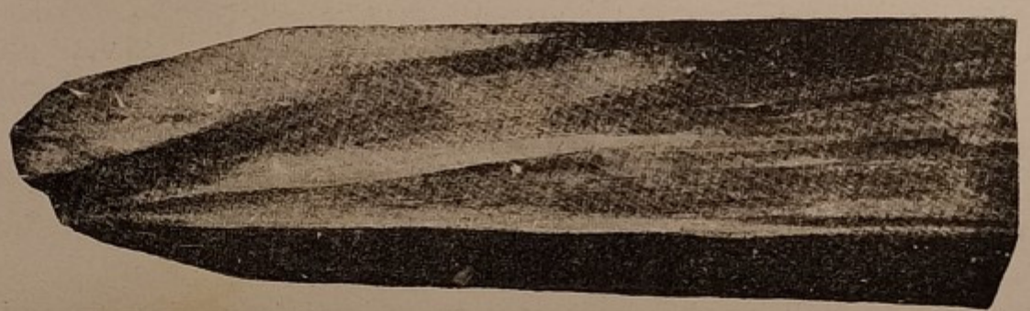


Fig. 85. — Ematite rossa fibroso-raggiata.

pure con aspetto micaceo scaglioso, le cui lamelle sovente si riuniscono in raggruppamenti a *rosa* (*Einsenrosen* del Gottardo, *rose di ferro* delle lave del Vesuvio e dello Stromboli); od anche sotto forma di *ocra rossa,* quando è terrosa e mescolata con argilla; in questo caso viene usata più che altro come colorante.

Località e giacimenti più importanti in Italia sono: all'Isola d'Elba (Miniera di Rio) ed un po' sulle alte Valli Bergamasche, insieme a siderite (carbonato di ferro). Giacimenti importanti fuori d'Italia sono quelli di Bilbao in Spagna.

È uno dei principali e migliori minerali per l'estrazione del ferro; però la varietà ocracea è usata come colorante rosso e per sofisticare il cinabro.

2. **Magnetite** ($Fe_3O_4 = Fe_2O_3.FeO$), tetrossido di ferro. — Cristalli (ottaedri e rombodecaedri) e polvere nera. Dotata di forte magnetismo che però perde in seguito a riscaldamento. È un minerale molto comune: in alcune lave (= basalti) nelle quali è spesso tanto diffusa in piccolissimi cristalli da impartire alle medesime un colore nerastro caratteristico. Pure di origine vulcanica (di contatto) sono i giacimenti di Cogne (Val d'Aosta), Brosso e Traversella (Ivrea),

dell'Isola d'Elba (Capo Calamita) e, fuori d'Italia, quelli di Svezia che sono tra i più colossali giacimenti metalliferi del mondo; trovasi talvolta anche nelle sabbie alluvionali, e una volta quella estratta da questi giacimenti era usata come polverino.

3. **Limonite** $2Fe_2O_3 3H_2O$ (ossido idrato di ferro). — È troppo spesso mista ad impurità per poter dare una formola precisa. Deriva quasi sempre dalla alterazione atmosferica del ferro e dei suoi minerali, formando ciò che i minatori chiamano *cappellaccio di ferro* sui giacimenti ferriferi. Anch'essa però può trasformarsi in carbonato di ferro, cioè in siderite. Non assume forma cristallina, essendo una sostanza colloidale. Data poi la sua origine prende aspetto mam-

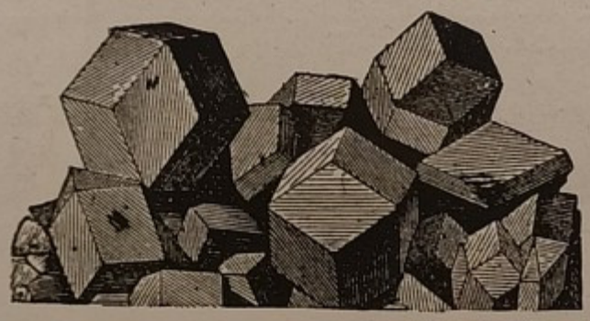


Fig. 86. — Rombododecaedri di *magnetite* con le caratteristiche striature.

Fig. 87. — Limonite stalattitica.

mellonare, botrioidale (= di cavolfiore), stallatitico, in arnioni, noduli e pisoliti. Il colore è molto vario e la lucentezza iridescente. Anzi la iridescenza sopra i minerali di ferro indica quasi sempre la loro alterazione in limonite. Polvere gialla.

Oltre che formare il cappellaccio di ferro, trovasi spesso come prodotto di decomposizione di rocce contenenti i minerali di ferro più diversi. In tal modo si formano le così dette *ocre gialle* (terre gialle) usate come colore; sono esse che danno la tinta rosso giallastra, insieme con altre sostanze, al terreno (*terra rossa* del Carso, *ferretto* della Lombardia).

Altre limoniti derivano poi da azione di batteri. Molti di questi prendono dalle acque ferruginose, in cui vivono, il carbonato ferroso sciolto ($FeCO_3$), trasformandolo in limonite onde formarsi uno scheletro esterno, scheletri che riuniti insieme a milioni, dopo la breve vita dei bacteri, formano pellicole prima superficiali sulle paludi, e

poi profonde sulla melma, determinando in questo modo argille ricche di ferro. Pare sicuro che ripetano questa origine, da paludi o da mare, gli importantissimi giacimenti di limonite oolitica del Lussemburgo e Lorena. Infatti ogni globetto è a struttura concrezionata concentrica: il centro poi, sovente, è occupato da uno scheletro di animali (radiolari, foraminiferi), o vegetali (diatomee). Quindi, almeno indirettamente, di origine organica.

4. **Siderite** $FeCO_3$ (carbonato di ferro). — Cristalli romboedrici, da giallo chiari madreperlacei a bruno-nericci per alterazione all'aria.

Fig. 88. — Miniera di siderite: sfruttamento a giorno in gradinata.

Abbondanti in masse spatiche (= *ferro spatico*); produce minima effervescenza cogli acidi diluiti e freddi. In generale la siderite deriva dalla trasformazione del calcare in seguito a reazione di questo ($CaCO_3$) con acque ferruginose.

5. **Pirite** FeS_2 (bisolfuro di ferro). — Bei cristalli pentagono-dodecaedri, o cubi, o ottaedri, di color giallo ottone. In natura si altera facilmente in limonite.

È diffusissima e trovasi nelle rocce più diverse; ma è specialmente reperibile nelle rocce di *origine vulcanica* od a contatto con queste (quindi in probabile dipendenza genetica da fenomeni vulcanici), nei filoni metalliferi ad accompagnare i più vari minerali. Così è della *pirite aurifera*, che accompagna cioè minime quantità di oro, del Monte Rosa (Valle Anzasca, Val Sesia). Sovente trovasi

anche in terreni d'origine *sedimentare*: in questo caso deriverebbe dall'idrogeno solforato (H_2S), sviluppatosi negli stagni o nelle comuni acque, per putrefazione di organismi, a contatto di composti di ferro, sciolti o dispersi nelle acque (acque ferruginose con carbonato di ferro od ossido idrato di ferro).

Le più importanti località italiane produttrici di pirite sono Brosso e Traversella (Ivrea), Boccheggiano e Gavorrano (Grosseto); valli del Monte Rosa, dove è aurifera.

La Spagna possiede i ricchi giacimenti di Rio Tinto.

Se è aurifera, evidentemente si preferisce estrarre l'oro, altrimenti è usata in grande per la fabbricazione dell'acido solforico (H_2SO_4), il principale acido, punto di partenza dell'industria at-

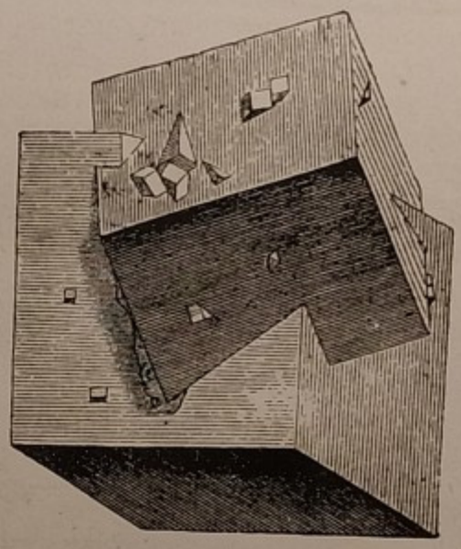


Fig. 89. — Pirite triglifa e geminata per compenetrazione.

tuale. Fino a qualche anno fa non la si usava per estrarre il ferro perché tale ferro rimaneva sempre un po' impuro di zolfo, il che rendeva oltremodo fragile l'acciaio. Ora invece, con impianti moderni, si è riusciti a utilizzare le ceneri di pirite anche a tale scopo.

3. - **LA SIDERURGIA.** — Per ricavare il ferro dai suoi minerali si opera nel seguente modo. Se si parte dalla limonite o dalla siderite è necessaria una preventiva **torrefazione** in modo da eliminare il vapor acqueo e la CO_2 e ottenere così unicamente degli ossidi. Per **ridurre** gli ossidi (poiché in definitiva si tratta di eliminare l'ossigeno dai minerali), si opera negli altiforni, che sono delle vere torri (altezza 25-35 m., diam. 5-7 m.) costruite con materiali refrattari e coibenti, sostenute da armature di ferro. In essi si versa alternativamente dalla parte superiore (*bocca*), coke metallurgico e minerale, mesco-

lato ad opportune quantità di fondente (1) e contemporaneamente, per mezzo di macchine soffianti, si fa arrivare dalla parte inferiore una corrente d'aria riscaldata allo scopo di determinare l'accensione del coke e la conseguente riduzione del Fe_2O_3. L'accensione di un alto forno, una volta iniziata, dura *ininterrottamente* una decina di anni continuandosi a versare dall'alto alternativamente dell'altro coke e minerale misto al fondente.

Il minerale alla *bocca* del forno, dove arrivano i gas caldi a circa 400°, si libera dagli elementi più volatili mentre alla parte centrale, chiamata *tino,* ove la temperatura raggiunge i 1000°, il minerale comincia a rammollirsi e a reagire col C. Nella parte più larga, chiamata *ventre,* la temperatura sale a 1200°, e lì specialmente si ha la separazione del ferro mentre più in basso, nella *sacca,* ove la temperatura si eleva ulteriormente fino a 1600°, si ha la formazione delle scorie fusibili. Sotto la *sacca* v'è poi uno spazio più ristretto chiamato *laboratorio* o *zona di fusione* ove arrivano le correnti d'aria riscaldata e la temperatura s'aggira sui 2000°; completatasi la fusione, il ferro cola al basso nell'ultima parte dell'alto forno, detto *crogiolo,* mentre le scorie galleggianti si fanno uscire da apposite aperture laterali. Nel crogiolo la temperatura sorpassa i 2600°.

Le reazioni che avvengono nell'alto forno consistono nella combustione del carbone per cui dapprima si forma CO_2, nella riduzione di questa in contatto del carbone rovente formandosi CO ($CO_2 + C \rightleftharpoons 2CO$), e nella riduzione del Fe_2O_3 operata principalmente dal CO

$$Fe_2O_3 + 3CO \rightleftharpoons 2Fe + 3CO_2$$

riformandosi la CO_2 che poi viene nuovamente ridotta a C ecc.

Il prodotto della fusione viene poi raccolto ad intervalli di circa sei ore (esce come un ruscello di fuoco) in forme rivestite di sabbia o in buche scavate in terreno sabbioso; esso non è ferro puro, ma contiene proporzioni variabili di carbonio (dal 2 al 6 %) e prende il nome di *ghisa,* non malleabile né duttile. Se ne producono due varietà: la *ghisa bianca* nella quale il carbonio è prevalentemente combinato col ferro, e la *ghisa grigia,* nella quale il carbonio è in sospensione allo stato grafitico.

La ghisa grigia viene adoperata per lavori di getto invece quella bianca serve solo per la preparazione del ferro dolce e dell'acciaio mediante la **decarburazione.**

La decarburazione si compie facendo attraversare la ghisa fusa e rimescolata da una forte corrente di aria la quale fa bruciare il carbonio in maggiore o minore quantità: si ottiene l'acciaio se nella massa rimane un residuo dal 0,5 al 2 % di carbonio; si ha invece il ferro dolce se la percentuale di carbonio che rimane è inferiore al 0,5 %.

---

(1) Se la ganga del minerale è prevalentemente calcarea o magnesiaca si aggiunge silice in quantità conveniente, e si aggiunge invece calcare o dolomite se la ganga è silicea: in ogni caso si devono far formare dei silicati (vetri) fusibili i quali costituiscono poi le *scorie,* facilmente eliminabili, che vengono poi a galleggiare sulla ghisa fusa proteggendola anche dall'ossidazione.

Per la decarburazione si adoperano generalmente i *convertitori Bessemer* grandi recipienti a forma di pera, girevoli su perni in modo da facilitare lo scarico e costruiti in lamiera rivestiti all'interno di materiale calcare siliceo refrattario; venendo riempiti da decine di tonn. di ghisa fusa, questa si fa attraversare da forti correnti di aria compressa e riscaldata in modo da far ossidare in maggiore o minore quantità il carbonio e così trasformare la ghisa in acciaio o in fero dolce secondo il grado della decarburazione.

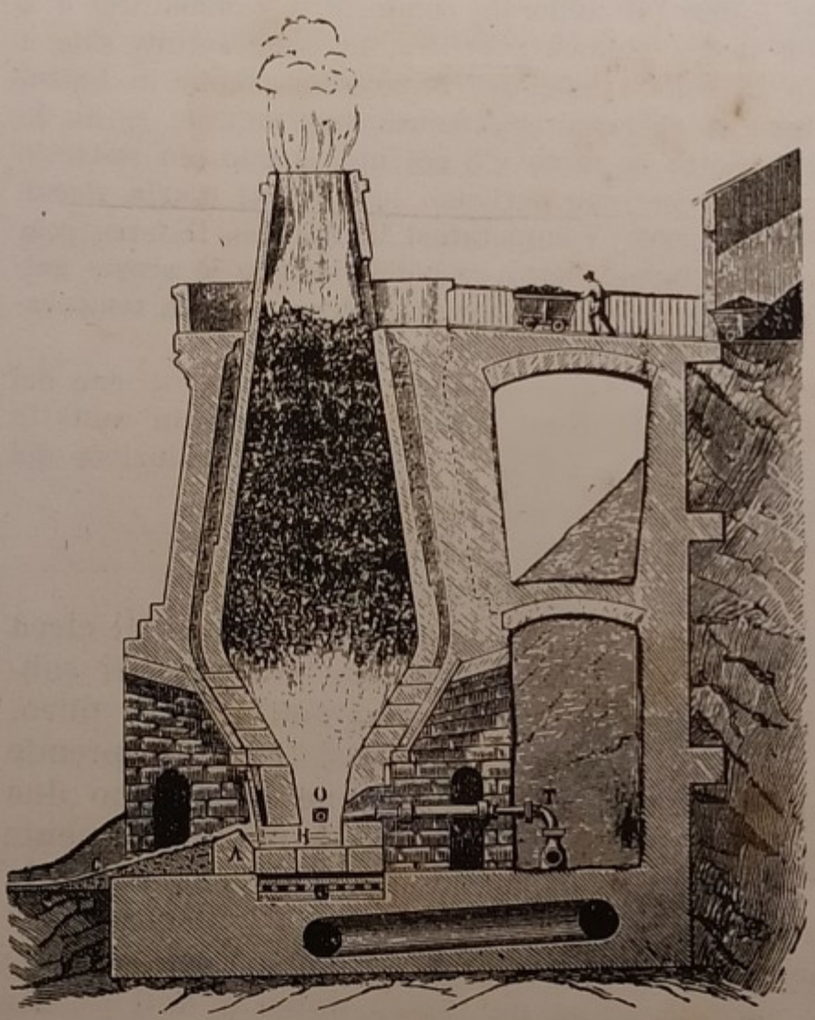


Fig. 90. — Altoforno per la metallurgia del ferro.

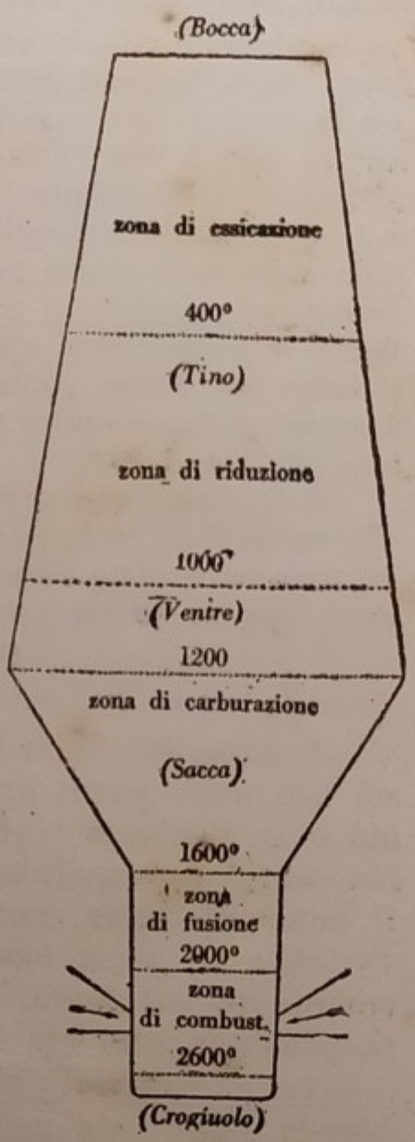


Fig. 91. — Alto forno e suo schema.

Se la ghisa da decarburare era ricca di fosforo (il che avviene quando il minerale ferrifero è ricco di fosfati) il rivestimento interno calcare del convertitore assorbe il fosforo defosforando così la ghisa. Dalla *defosforazione della ghisa* si ottengono così le note *scorie Thomas*, nelle quali si è formato un *fosfato* tricalcico, che vengono usate come concimi fosfatici.

L'acciaio, oltre che dalla ghisa, per decarburazione, si può anche ottenere dal ferro dolce aggiungendo alla massa ancora fusa la necessaria quantità di carbonio. Questo processo è specialmente applicato negli Stati Uniti.

CAPITOLO XXX.

Principali leghe

1. - **PROPRIETÀ DELLE LEGHE.** — Si ottengono delle *leghe* quando si fondono insieme due o più metalli (e talvolta quantità limitate di metalloidi come silicio); si possono considerare come soluzioni solide di metalli nel metallo che è in proporzione maggiore.

In vari casi poi si formano fra i metalli dei veri e propri composti che restano disciolti nel metallo che si trova in eccesso.

Una delle proprietà generali delle leghe è quella di avere *un punto di fusione spesso molto più basso di quello dei singoli componenti,* e in ogni caso più basso del componente che fonde a temperatura più elevata; e tale proprietà è stata sfruttata per la preparazione di leghe fusibilissime come quelle usate per la fabbricazione di valvole di sicurezza (elettriche).

Inoltre le leghe, oltre ad essere *più dure dei metalli componenti,* hanno spesso minore conducibilità elettrica dei componenti.

In varie leghe viene anche utilizzato il più bello aspetto estetico (*similori*) o la maggiore resistenza ai reagenti (acciai al *Si* resistenti agli acidi) o anche la sonorità ecc.

2. - **PRINCIPALI LEGHE.** — Le principali leghe sono le seguenti:

1. **Bronzi:** leghe di *rame* e *stagno*. Sono i migliori materiali per la fondita poiché si fluidificano bene, riempiono completamente gli stampi e *non si arrocciano*: il rame invece nella fusione occlude i gas e solidificandosi *fa la roccia* dando alla superficie uno strato spugnoso.

2. **Ottoni:** leghe di *rame* e *zinco;* unendosi altri metalli si ottengono il **similoro** e l'**orpello.**

3. **Packfong:** lega di *rame, zinco* e *nichelio;* è detto anche argentone e serve per posaterie, vasellami, ecc.

4. **Magnalio:** lega di *magnesio* e *alluminio,* esempio tipico di leghe leggere, richieste in modo speciale dal prodigioso sviluppo dell'aeronautica.

5. **Duralluminio:** lega di *alluminio* con piccole quantità di magnesio, rame e manganese.

6. **Lega dei saldatori:** lega di *stagno* e *piombo,* usata per saldare e per canne d'organo.

7. **Lega dei caratteri da stampa:** lega di *piombo* e *antimonio* il quale, oltre a imprimere maggior durezza al piombo, impedisce la sua volatilizzazione e cioè i danni alle persone che maneggiano i caratteri.

8. **Lega dei pallini da caccia:** *piombo* e *arsenico.*

9. **Amalgame:** leghe con il *mercurio.*

10. **Leghe fusibili:** hanno un basso punto di fusione e vengono quindi utilizzate per valvole elettriche di sicurezza. Lega di Newton composta di *bismuto, piombo* e *stagno,* fonde a 95°; lega di Wood, composta di *bismuto, piombo* e *cadmio,* fonde a 65°.

CAPITOLO XXXI.

Cenni sui metalli nobili

I veri metalli nobili sono l'argento, l'oro e il platino, e si chiamano con tal nome per la loro inossidabilità all'aria.

1. - **ARGENTO** (Ag = 108; monovalente). — Si trova, oltre che allo stato nativo, come *argentite* (Ag_2S) e come componente secondario di minerali di altri metalli, specialmente della *galena;* in questa si può trovare oltre l'1 % di Ag.

In Italia si trova argentite nel Trentino e galena argentifera specialmente in Sardegna.

Se l'argento è allo stato nativo si usa il processo di *amalgamazione,* trattando il minerale finemente frantumato con mercurio: si forma l'amalgama di argento da cui questo vien separato per distillazione del mercurio.

Annerisce dove ci sono emanazioni di H_2S per formazione di solfuro d'argento nero; è attaccato facilmente dall'HNO_3 anche diluito. Onde aumentarne la durezza, per le monete e le argenterie, viene legato al rame esprimendosi il titolo in millesimi di *argento fino.* L'argentatura che prima veniva fatta per sovrapposizione o *placcatura* (compressione di fogli sottilissimi fino allo spessore di 0,000.25 mm.) od anche *a fuoco* (con amalgama adesiva e facendo poi volatizzare Hg) ora viene fatta *elettroliticamente;* per gli specchi viene però fatta per riduzione a mezzo di sostanze organiche di soluzione di $AgNO_3$ ammoniacale.

I più importanti composti sono: il cloruro e il bromuro d'argento (AgCl, AgBr), usati in fotografia per la loro facile impressionabilità alla luce; il nitrato di argento ($AgNO_3$) o *pietra infernale,* usata per cauterizzare ferite e piaghe.

2. - **ORO.** — (Au = 197; mono-trivalente). — Si trova allo stato nativo in filoni di origine post-vulcanica, spesso associato alla pirite; oppure nelle sabbie dei fiumi che provengono da regioni aurifere, sotto forma di pagliuzze o di piccole masserelle, dette *pepiti.*

L'oro si ricava col metodo della levigazione o del *lavaggio*. Si frantuma finemente il materiale e lo si incanala in correnti d'acqua di velocità e inclinazione decrescenti. In queste correnti il materiale si deposita gradatamente secondo il suo peso specifico: l'oro, pesante (p. sp. = 19) si deposita nei primi tratti. Si ottiene così un materiale molto più ricco d'oro che viene allora sottoposto a trattamento con mercurio. I materiali eterogenei restano inalterati, mentre l'oro forma l'amalgama che raccolta e distillata dà l'oro metallico.

Fig. 92. — Contrassegni ufficiali per oggetti d'argento.

Fig. 93. — Contrassegni ufficiali per oggetti d'oro.

L'*oro* è attaccabile solo dall'acqua regia (3HCl e 1HCl) e cioè dal cloro che si sviluppa allo stato nascente dall'acqua regia. È il metallo più malleabile (fogli sino a mm. 0,0001 di spessore) e anche molto duttile (gr. 0,05 possono dare oltre 150 m. di filo) ma è poco duro ed è per ciò che si lega al rame che gli imprime una colorazione rossiccia, pure all'argento che lo fa tendere al verdognolo.

Il titolo delle monete di oro è espresso in millesimi, mentre per gli oggetti di oreficeria è espresso in *carati* e cioè in ventiquattresimi di oro fino; e così un oggetto garantito a 15 od a 18 carati deve contenere 15/24, o 18/24 di Au. I marchi di garanzia per gli oggetti di argento e d'oro in Italia sono facoltativi.

La *produzione mondiale* di oro (distinguendosi l'oro di montagna e l'oro di alluvione) nel 1800 fu di kg. 18.000, nel 1890 di chilogrammi 389.000, nel 1900 di kg. 500.000 e nel 1928 di 612.000 kg.

La massima quantità è data dal Transwaal dove nel 1922 se ne estrassero oltre 200.000 kg. mentre gli S. U. ne diedero 71.000 kg., l'Australia 24.000, la Rodesia 20.000, il Canada 39.000, l'India 12.000. La *produzione italiana* è minima (qualche miniera in Piemonte) e nel 1922 fu di 9 chilogrammi, mentre in media è di 50 kg.

Nella Colonia Eritrea prima del 1935 si arrivava a circa 250 kg.; nell'A. O. Italiana l'oro non fa difetto e potrà senza dubbio rendere molto in avvenire.

3. - **PLATINO** (Pt = 195; bi-tetravalente). — Il suo nome deriva da *plata* (in spagnolo = argento) perché venne ritenuto argento quando lo si scoperse nelle sabbie aurifere dei fiumi della Columbia. È uno dei metalli più rari e di più alto pregio. Si trova generalmente allo stato nativo in granuli e pagliuzze unito a metalli rarissimi, quali il palladio, iridio, rutenio, ecc. e nelle sabbie alluvionali specialmente in California, Borneo, nel Brasile e nei monti Urali: ve n'è in buoni filoni e in alcune sabbie alluvionali anche dell'A. O. Italiana.

Viene estratto dalle sabbie per levigazione dato il suo alto peso specifico (= 23).

Ha color bianco (donde il suo nome!).

Perfettamente inalterabile all'aria resiste a tutti gli acidi, tranne che all'acqua regia. È pure intaccato dagli alogeni e dagli idrati alcalini. Fonde al disopra di 1750°. Per questa sua resistenza agli acidi e al calore è prezioso nei laboratori chimici: per la sua minima dilatabilità è pure usato per strumenti di peso e misura da adibirsi a campione. Così il *metro tipo* è costituito da un'asta di platino iridiato conservata nei laboratori dell'Ufficio Internazionale di Pesi e Misure di Sévres (Parigi).

Forma facilmente leghe e si può ottenere in piccole masse porose: prende allora nome di *spugna di platino* e può in tale stato assorbire grandi quantità di idrogeno. Il fenomeno si chiama *occlusione* e provoca sviluppo di calore che prima arroventa la spugna e quindi incendia l'idrogeno, perché il gas che passa sul platino — fungente da catalizzatore — si combina più rapidamente coll'ossigeno atmosferico: si ha così l'innalzamento di temperatura sufficiente a provocare l'accensione del gas. Su questo fenomeno sono basati gli accenditori automatici dei becchi a gas.

Il platino ha preso grande sviluppo commerciale anche per oggetti di gioielleria ed il suo prezzo è molto superiore a quello dell'oro.

PARTE III

COMPOSTI DEL CARBONIO

(Chimica organica)

CAPITOLO XXXII.

Generalità - Formole di struttura Composti aciclici e ciclici

1. - **GENERALITÀ.** — I composti di carbonio, salvo CO, CO_2, H_2CO_3 e i carbonati, formano quella grande categoria di corpi detta storicamente *chimica organica* perché si riteneva che solo gli organismi fossero capaci di produrli usando di una particolare *vis vitalis*. Da quando il chimico Wöhler nel 1828 riuscì a ottenere in laboratorio l'*urea*, prodotto caratteristico degli organismi, e ancor più in seguito quando la chimica si affermò con la produzione di quasi tutte le sostanze chiamate organiche, partendo dalle comuni sostanze chiamate inorganiche, tale nome non ha più significato e presto gli venne opportunamente sostituito quello di *chimica del carbonio*.

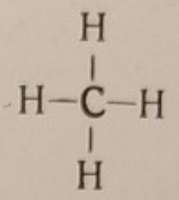
È necessario però fare dei composti del carbonio una categoria e uno studio a parte, anzitutto perché il loro numero è enorme (circa 150 mila, e continuamente la chimica ne va producendo di nuovi), e poi perché tutti hanno in comune alcune proprietà che li distinguono nettamente dagli altri corpi, e cioè:

1°) Gli *elementi* che si riuniscono sono generalmente *pochissimi*: sempre C e H; spessissimo O; spesso N; raramente, in più, S, P, As, ecc.; si ha così la classificazione elementare in corpi binari (C, H), ternari (C, H, O) e quaternari (C, H, O, N). Perciò il gran numero di tali composti deriva non tanto dalla varietà degli elementi bensì dalla varietà estrema nel numero degli stessi elementi oltre che da fenomeni di isomeria (vedi avanti).

2°) I *legami tra gli atomi di carbonio sono deboli*, ed è da questo che deriva la possibilità di ottenere facilmente moltissimi corpi, e la stessa instabilità spiega l'abbondanza di sostanze esplosive in questa categoria.

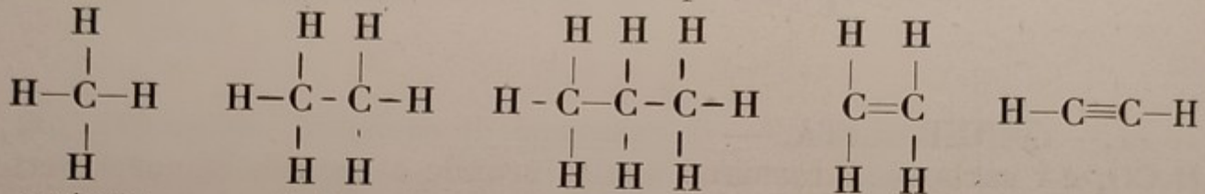
3°) Gli stessi atomi possono legarsi tra loro in modi tanto diversi da dare origine a composti diversi pur essendo costituiti dallo stesso numero di atomi: fenomeno che si chiama *isomeria*, di cui vedremo fra poco. Più che per gli altri corpi inorganici è perciò necessaria la conoscenza delle *formule di struttura*.

4°) Il *carbonio si rivela sempre come tetravalente*



2. - **COMPOSTI ACICLICI E CICLICI.** — I composti del carbonio (o composti organici, se vogliamo continuare ad usare la vecchia terminologia) si possono suddividere in due grandi categorie: *aciclici* e *ciclici*.

1. **Composti aciclici** sono quelli i cui atomi sono tra loro legati in catena aperta, come ad esempio:



metano *etano* *propano* *etilene* *acetilene*

che si possono anche scrivere:

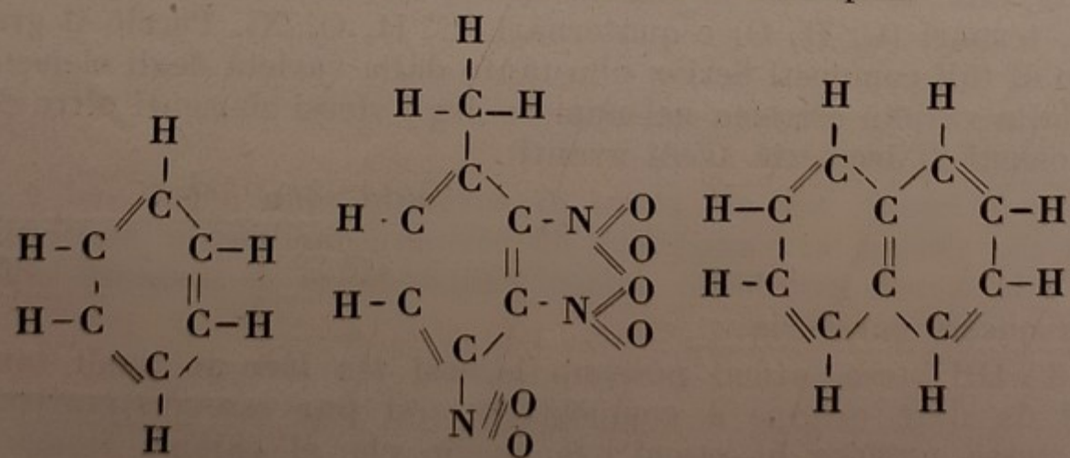
CH_4	CH_3CH_3	$CH_3CH_2CH_3$	CH_2CH_2	CHCH
CH_4	C_2H_6	C_3H_8	C_2H_4	C_2H_2

Questa serie, oltre che *aciclica* o a *catena aperta*, chiamasi *grassa*, perché vi appartengono i comuni grassi, od anche del *metano* perché il primo della serie è il metano CH_4.

Vi appartiene un gran numero di composti molto noti quali:

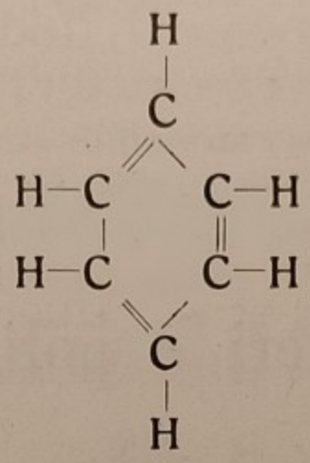
gli *idrocarburi* = i componenti il petrolio;
gli *alcooli* = lo spirito dei liquori, lo spirito da ardere;
gli *acidi organici* = l'acido acetico dell'aceto, ecc.;
gli *idrati di carbonio* = l'amido, lo zucchero, il glucosio;
i *grassi* = quelli contenuti nel burro, negli oli, nel lardo.

2. **Composti ciclici:** sono quelli i cui atomi sono tra loro legati in catena chiusa, ad anello, come ad esempio:



C_6H_6 *benzolo* — $C_6H_2(NO_2)_3CH_3$ *trinitrotoluolo* — $C_{10}H_8$ *naftalina*

Questa serie oltre che *ciclica,* chiamasi anche *aromatica* perché i componenti hanno quasi tutti odore gradevole, e del *benzolo* perché il benzolo C_6H_6



è il primo della serie.

Tali strutture non sono state stabilite capricciosamente bensì secondo criteri basati sulle proprietà dei singoli corpi e sul modo come questi vennero ottenuti e reagiscono.

CAPITOLO XXXIII.

Isomeri e polimeri

1. - **ISOMERI.** — *Si dicono isomeri due o più corpi che pur avendo la stessa composizione chimica centesimale, e quindi eguale formola grezza, hanno proprietà fisiche e chimiche diverse. Si è quindi costretti ad ammettere che abbiano struttura molecolare diversa.*

Molti sono i casi e i tipi di isomeria.

1°) **Isomeria semplice.**

Ad esempio: due corpi aventi proprietà diverse, risulta invece che chimicamente (composizione centesimale) hanno ambedue la seguente formola grezza C_3H_8O. Sono dunque isomeri e si deve perciò ammettere per ognuno formole di struttura diverse, e cioè:

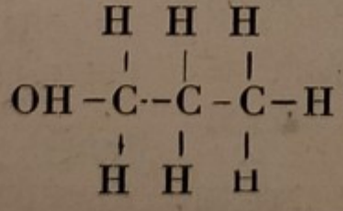
CH_2OH per l'uno — CH_3 per l'altro

CH_2 — $CHOH$

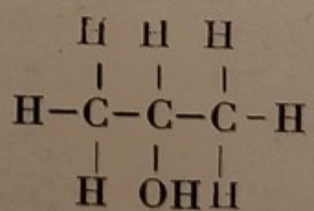
CH_3 — CH_3

alcool propilico — *alcool isopropilico*

Sviluppate ancor più ampiamente le due formole risultano rispettivamente:



e



Nel primo caso l'ossidrile è legato a $=CH_2$, nel secondo a $\equiv CH$. Sarà perciò meglio scrivere le due formole grezze (perché non siano totalmente grezze) rispettivamente in questo modo:

$C_2H_5CH_2OH$ — *alcool propilico*

$(CH_3)_2CHOH$ — *alcool isopropilico*

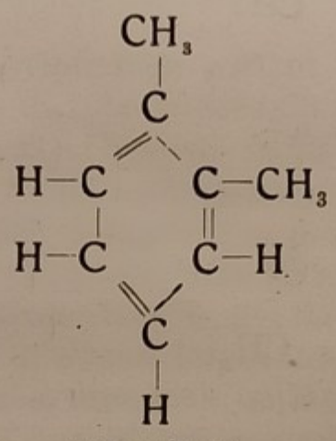
Ecco un altro esempio.

Generalmente l'*acido lattico* $C_3H_6O_3$ si presenta sotto due aspetti isomeri, ognuno con particolari sue proprietà fisiche e chimiche:

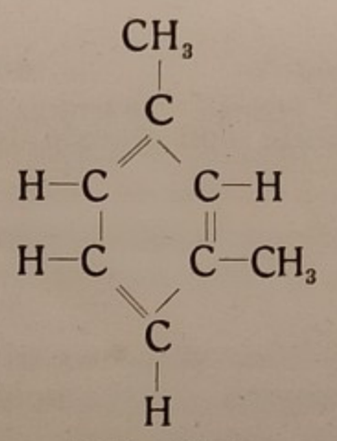
$CH_3 - CHOH - COOH$ (= *acido ossipropionico alfa*);
$CH_2OH - CH_2 - COOH$ (= *acido ossipropionico beta*).

Ed anche in questo caso la differenza consiste nel fatto che —OH venne sostituito a un H o nel gruppo $=CH_2$ o nel gruppo $—CH_3$.

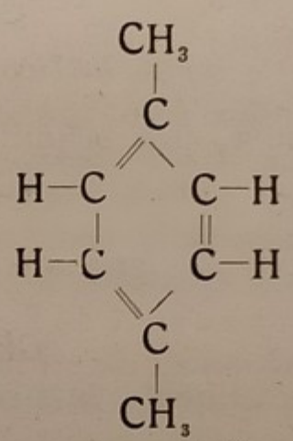
2°) Un po' più complesso è il caso della **isomeria di posizione** che si verifica in molti composti ciclici e che venne spiegata ammettendo la riunione di un gruppo ad un altro in posizione diversa. Così si avranno i tre seguenti isomeri di posizione dello *xilolo*:



ortoxilolo



metaxilolo



paraxilolo

detti

e scritti anche:

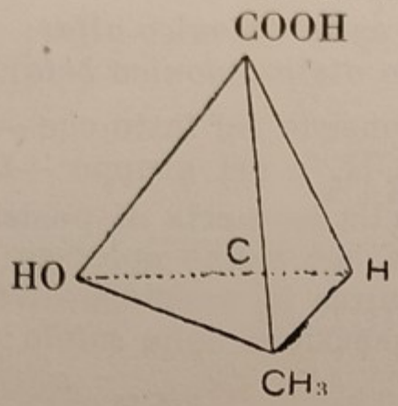
$C_6H_4(CH_3)_2(1.2)$ $C_6H_4(CH_3)_2(1.3)$ $C_6H_4(CH_3)_2(1.4)$ in

cui le coppie di numeri tra parentesi stanno a indicare la posizione *orto* (1.2), *meta* (1.3) e *para* (1.4) del radicale $—CH_3$ (= metile) che ha sostituito il corrispondente idrogeno.

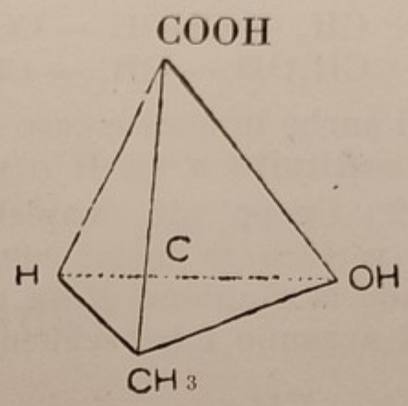
3°) Una isomeria particolare è quella offerta dalle sostanze isomere che presentano proprietà ottiche simmetriche pur avendo la stessa formula di struttura. Vien detta **stereoisomeria** o **isomeria ottica** e la si attribuisce alla diversa posizione degli atomi nello spazio. Si ammette cioè che l'atomo di C tetravalente sia collocato nello spazio, al centro di un tetraedro regolare, ai quattro vertici del quale son collegati gli atomi o i radicali che ne saturano le valenze. Se questi atomi o radicali son *tutti diversi* (il C vien detto allora *asimmetrico* e si indica con C*) può avvenire che essi si dispongano nello spazio in modo che ne risultino due tetraedri di cui l'uno sia l'immagine speculare dell'altro. Ciò determina opposte proprietà *ottiche* nei due stereoisomeri.

Così per l'acido lattico ($C_3H_6O_3$) non solo abbiamo due semplici isomeri visti sopra, ma del primo ($CH_3CHOH - COOH$) conosciamo pure due isomeri: *levogiro* l'uno e *destrogiro* l'altro, perché

l'uno fa deviare a sinistra e l'altro a destra il piano della luce polarizzata. Sono cioè *isomeri ottici* e la loro formola di costituzione viene così spiegata e rappresentata

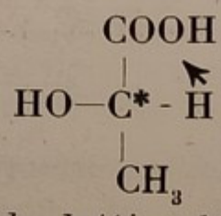


acido lattico levogiro

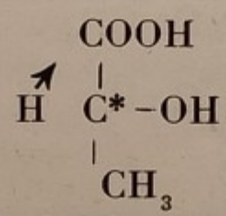


acido lattico destrogiro

oppure, più semplicemente con queste formole:



acido lattico levogiro



acido lattico destrogiro

Spesso, oltre gli isomeri destrogiro e levogiro si può avere anche un isomero *inattivo,* derivante da mescolanza a molecole eguali dei primi due.

2. - **POLIMERI.** — *Un corpo si dice polimero di un altro quando pur avendo la stessa composizione centesimale ha proprietà fisiche o chimiche diverse e peso molecolare multiplo.* Spesse volte il polimero deriva dalla concentrazione molecolare (= *polimerizzazione*) d'un dato numero di molecole del corpo fondamentale di più basso peso molecolare.

Ecco un caso tipico:

HCOH	CH_3COOH	$C_2H_5O.COOH$	$C_6H_{12}O_6$
aldeide formica	*acido acetico*	*acido lattico*	*glucosio*
CH_2O	$C_2H_4O_2$	$C_3H_6O_3$	$C_6H_{12}O_6$
$(CH_2O)_1$	$(CH_2O)_2$	$(CH_2O)_3$	$(CH_2O)_6$

In questi quattro corpi i tre elementi C, H, O, entrano con la stessa composizione centesimale (53 % per l'O; 40 % per il C; 6,6 % per l'H); e cioè con lo stesso rapporto di atomi 1:2:1; ma le molecole pesano rispettivamente: 30, 60, 90, 180, e cioè 30×1, 30×2, 30×3, 30×6. Sono dunque polimeri.

Vi è una categoria che è tutta costituita di polimeri, ed è quella dei polisaccaridi (= amido, cellulosio, ecc.).

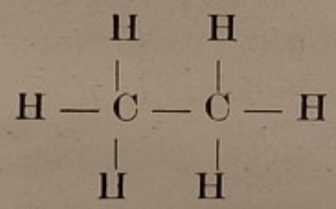
CAPITOLO XXXIV.

Idrocarburi

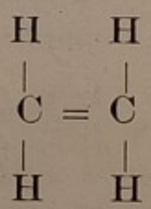
Si dicono idrocarburi i composti binari, costituiti cioè solo di C e di H. Il corpo fondamentale è il metano CH_4. Sono tutti facilmente combustibili dando come prodotto di combustione in ogni caso CO_2 e H_2O. Tra i composti organici esistono altri idrocarburi ciclici (Benzolo), ma di essi si parlerà naturalmente a proposito della serie aromatica o del benzolo.

Si possono suddividere in tre serie principali che si chiamano: a *legame semplice*, a *legame doppio*, a *legame triplo* a secondo che almeno due atomi di carbonio sono tra loro legati, da una valenza o da due o da tre.

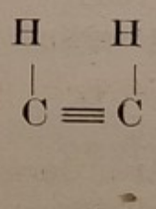
Esempio:



etano



etilene

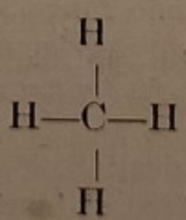


acetilene

I corpi d'ogni serie chiamansi *omologhi*.

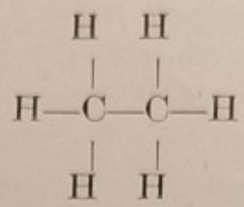
1. - **IDROCARBURI A LEGAME SEMPLICE.** — Tutti gli atomi di carbonio della catena sono tra loro legati da una sola valenza. Si chiamano anche *paraffine* (= parum affinis) per la loro scarsa affinità chimica; e *saturi* perché non danno composti di addizione. I primi termini della serie sono:

metano CH_4



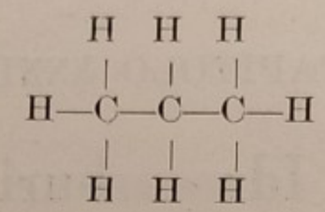
HCH_3

etano C_2H_6



CH_3CH_3

propano C_3H_8



$CH_3CH_2CH_3$

Gli altri termini sono: *butano* C_4H_{10}, *pentano* C_5H_{12}, *esano* C_6H_{14}, *eptano* C_7H_{16}, ecc. fino all'*esacontano* $C_{60}H_{122}$ che è l'ultimo. Per quasi tutti poi si conoscono molti casi di isomeria.

La formola generale è perciò C_nH_{2n+2}; ognuno differisce dal precedente per un $=CH_2$ in più. I primi sono gassosi, poi liquidi e dal 16° in su sono solidi.

Negli idrocarburi saturi gli atomi di idrogeno sono sostituibili da altri elementi o gruppi; perciò togliendo ad essi 1, 2, 3 atomi di idrogeno si ottengono dei gruppi chiamati *radicali alcoolici* che sono rispettivamente mono-, bi- trivalenti; ad essi si dà il nome dell'alcool cui danno origine, con la desinenza *ile*. Così:

CH_4	$CH_3—$	$CH_3.OH$
metano	*metile*	*alcool metilico*
C_2H_6	$C_3H_5\equiv$	$C_3H_5(OH)_3$
etano	*glicerile*	*alcool glicerina*

In natura gli idrocarburi saturi si trovano nei petroli dei quali (specialmente in quelli americani) costituiscono i componenti prevalenti.

Nelle regioni petrolifere i componenti gassosi — e specialmente il CH_4 — tendono a separarsi ed è spesso questa l'origine, in molti luoghi, di emanazioni gassose combustibili talvolta utilizzate e talvolta rimaste accese per secoli.

Si hanno allora le *fontane ardenti* come quelle di Barigazzo (dice Plinio: *exit flamma in mutinensi agro*), di Velleia, Porretta, Pietramala ecc. nell'Appennino setentrionale. Si citano anche i *sacri fuochi* di Baku, gli *Hotsing* e gli *Ho-sciang cinesi* ed altre fontane ardenti. In terreni umidi il CH_4 non accende facilmente e allora trasportando fango alla superficie forma i *vulcani di fango*, come le *maccalube* in prov. di Agrigento. L'utilizzazione del gas combustibile uscente dal suolo venne fatta da tempo antico dai cinesi, convogliandolo in tubi di bambù.

Nelle regioni petrolifere degli S. U. si contano oltre 40.000 sorgenti di gas combustibili i quali sino al 1880 si lasciavano inutilmente disperdere nell'aria,

ma poi si cominciarono ad utilizzare nelle acciaierie e in altri stabilimenti nei quali il gas viene condotto talvolta con lunghe tubazioni; un solo pozzo di Murraysville fornisce in 24 ore 75.000 mc. di gas naturale usato per illuminazione e riscaldamento per un'intera regione, ed una sola acciaieria di Cleveland ne consumava 28.000 mc. al giorno facendolo venire da Hastings mediante una canalizzazione di 640 km.

Il più notevole idrocarburo saturo è il *metano.*

Metano CH_4. È un gas incoloro, inodoro, che brucia con fiamma poco luminosa ma molto calda; si trova nel gas illuminante. In natura lo si trova tanto nelle *emanazioni vulcaniche* quanto nelle paludi (= *gas delle paludi*) nel qual caso deriva dalla decomposizione di sostanze organiche soprattutto vegetali (= fermentazione metanica della cellulosa), sotto l'attività di molti batteri delle putre-

Fig. 94. — Metodo per raccogliere il metano naturale.

fazioni (1); per lo stesso motivo si trova spesso a riempire le cavità delle miniere di carbon fossile dove, se mescolato con aria, può formare quel miscuglio esplosivo detto *grisou.* Il suo radicale alcoolico chiamasi *metile.* Parte dei suoi idrogeni possono essere sostituiti da metalloidi di alogeni ottenendosi in tal modo composti molto importanti in medicina, e cioè:

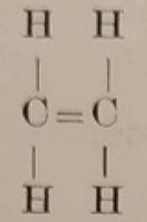
$CHCl_3$ tricloro-metano o *cloroformio,* liquido volatile di odore grato, usato come anestetico;

CHI_3, tri-iodo-metano o *iodoformio* in polvere gialla di odore acuto caratteristico usato per la disinfezione delle ferite e per la loro pronta cicatrizzazione.

$CHBr_3$, tri-bromo-metano o *bromoformio,* liquido, usato come anticonvulsivo.

(1) Fu Alessandro Volta a dimostrare nel 1776 che il *gas delle paludi* (aria infiammabile nativa delle paludi) non era idrogeno poiché bruciando dava, oltre a vapor d'acqua, anche CO_2. Esso si può ricavare facilmente in uno stagno capovolgendo in questo una bottiglia piena di acqua la quale viene fatta spostare dal gas che si svolge rimescolando la fanghiglia con un bastone.

2. - **IDROCARBURI A LEGAME DOPPIO.** — L'esempio tipico è dato da



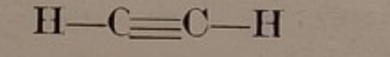
C_2H_4 *etilene.*

Seguono il *propilene* C_3H_6, il *butilene* C_4H_8, ecc. La formula generale è perciò

$$C_n H_{2n}$$

Dall'etilene deriva la tristemente famosa *yprite* $(C_2H_4Cl_2)S$, detto anche *gas mostarda*. Essendo stato preparato nel 1860, per ragioni di studio dall'inglese Guthrie e poi dai tedeschi Nielmann e Mayer, fu adoperato dai tedeschi nell'attacco d'Ypres (luglio 1917) con effetti micidiali dovuti anche alla sorpresa. È un liquido bruno volatile di odor di senape e d'aglio ed ha azione irritante e vescicatoria su tutte le parti del corpo e specialmente sulle mucose. occhi, vie respiratorie, ecc.

3. - **IDROCARBURI A LEGAME TRIPLO.** — L'esempio tipico è dato da



C_2H_2 *acetilene.*

La formola generale è

$$C_n H_{2n-2}$$

L'*acetilene* C_2H_2, che si trova anche nel gas illuminante, si prepara normalmente per azione dell'acqua sul carburo di calcio

$$CaC_2 + 2H_2O \Rightarrow Ca(OH)_2 + C_2H_2$$

Gas incolore, di odore agliaceo sgradevole, brucia con fiamma luminosissima e calorifica, donde l'uso del *cannello ossiacetilenico* la cui fiamma può raggiungere i 2800°, ben più perciò del cannello ossidrico. È molto usato per illuminazione temporanea all'aperto e per saldature autogene; però deve esser contenuto in recipienti non di rame ché altrimenti darebbe origine a acetiluro di rame fortemente esplosivo; e si deve fare attenzione che nel recipiente non si mescoli con ossigeno con il quale forma pure una miscela esplosiva.

CAPITOLO XXXV.

Petrolio e derivati - Bitume

1. - **COMPOSIZIONE DEI PETROLI.** — I petroli naturali sono liquidi vischiosi, di odore agliaceo, bruni o rossicci, con riflessi verdognoli, che si trovano nel sottosuolo un po' dovunque ma in abbondanza solo in determinate regioni. Sono *miscugli d'idrocarburi* prevalendo ad es. in quelli americani gli idrocarburi saturi, mentre in quelli russi prevalgono gli idrocarburi ciclici; nel petrolio si trovano pure disciolti gli idrocarburi solidi e quelli gassosi, e questi si sprigionano in gran parte, per la diminuita pressione, quando si fa l'estrazione, o si liberano da spaccature del suolo rivelando talvolta la presenza del petrolio liquido.

Il petrolio non è un vero grasso, nonostante il nome di *olio;* perciò non saponifica (vedi avanti: saponi) e cioè non è deterso dai saponi; per detergerne le mani bisogna prima impastare le mani con oli o grassi e poi lavarvi con sapone; l'olio ingloba il petrolio che viene così asportato dal sapone

Il petrolio, dopo l'estrazione, è mandato in cisternoni nei quali si libera dalle parti sospese ed eventualmente dall'acqua sulla quale poi galeggia; dopo è immesso in canalizzazioni (*pipe-lines*) lunghe talvolta centinaia di chilometri, le quali lo trasportano alle raffinerie o in navi cisterne dirette alle raffinerie lontane.

2. - **ORIGINE DEL PETROLIO.** — L'origine dei petroli è incerta.

1°) Secondo alcuni, essi sono d'origine **vulcanica** od almeno endogena: derivano cioè da reazioni particolari di acque calde sopra sostanze minerali le più diverse. Abbiamo appena studiato che l'*acetilene* (C_2H_2, quindi idrocarburo) si produce facilmente trattanto carburo di calcio con acqua. Anche le *lave* sovente odorano di petrolio. L'*asfalto* ed il *bitume* non sono altro che petroli composti di *idrocarburi* più pesanti ed impregnanti altre rocce. Orbene, tanto l'asfalto che il bitume trovansi abbondanti nelle regioni vulcaniche (o attuali o antiche). Così è noto il bitume che copre il Mar Morto (zona vulcanica antica) e che riempie un lago dell'Isola *Trinidad.*

Di qui la conclusione che probabilmente anche i petroli siano d'origine vulcanica, od almeno endogena.

2°) Secondo altri deriverebbero da **naturale distillazione** profonda di grandi quantità di **carbon fossile.** Sappiamo già infatti che nelle miniere di carbon fossile sviluppasi metano (CH_4) da cui anzi hanno origine le potenti esplosioni di *grisou,* e che nelle paludi pure si origina metano (gas delle paludi) per naturale fermen-

tazione di vegetali morti. È strano tuttavia che le zone più petrolifere siano le meno fornite di carboni fossili.

3°) Secondo altri ancora, deriverebbero da **naturale distillazione** di immense *quantità di organismi fossili,* anche vegetali, ma specialmente **animali,** accumulati in alcune regioni ed in dati periodi geologici, vere ecatombi di pesci trasmigranti (merluzzi, aringhe, ecc.) determinatesi per improvvisi mutamenti di clima, salsedine, ecc. Si sono fatte delle esperienze anche in laboratorio ma si è sempre visto che occorrono tonnellate di pesci e molluschi per ottenere qualche chilogrammo di petrolio, il quale invece si presenta tanto abbondante in alcune regioni. È vero tuttavia che in alcuni bacini chiusi del Mar Rosso la superficie marina è coperta da pellicole di petrolio, certo di questa origine.

3. - **DISTILLAZIONE DEL PETROLIO.** — Il petrolio greggio, o *nafta,* sottoposto alla distillazione frazionata, separa, a temperature diverse, le seguenti sostanze principali:

olii leggeri { *Gasolina e etere di petrolio* (solvente). *Benzina* (per motori a scoppio). *Lucilina* (petrolio da ardere)

olii pesanti { *Oli lubrificanti* (o per motori a combustione interna). *Vasellina* (per usi farmaceutici). *Paraffina* (per candele e lucidatura).

4. - **ALTRI MODI PER OTTENERE PETROLIO.** — Anziché dai veri giacimenti di petrolio, questo prezioso liquido si può ricavare:

1°) dalla *distilazione* delle rocce asfaltiche e bituminose, come si fa da noi a Ragusa (Sicilia);

2°) dalla *idrogenazione delle ligniti* e cioè riscaldando a forte pressione la lignite o carbone in corrente di H_2 (metodo Bergius).

3°) Inoltre si ottiene *benzina* dagli *oli pesanti,* fino a pochi anni fa usati solo come lubrificanti e poi per grossi motori a combustione interna (motori Diesel di motonavi, ecc.), con la loro *idrogenazione* o con il *craking* e cioè sottoponendoli ad alta temperatura e a forti pressioni.

5. - **LOCALITÀ.** — I grandi bacini petroliferi trovansi negli Stati Uniti (California, Pennsylvania e Texas, dove si ricava anche elio per dirigibili), nel Canada, nel Messico, nel Venezuela (Maracaibo), nella Columbia, nel Caucaso (Baku sul Mar Caspio), in Rumenia, Bucovina, Galizia, Persia, Indie Olandesi, Mesopotamia (Mossul), ecc. Anche in Italia trovansi, se non sorgenti petrolifere, certo falde profonde, a profondità rilevanti e che quindi richiedono grandi spese per le trivellazioni e l'estrazione. Così nell'Emilia, lungo il versante nord-est dell'Appennino settentrionale (Montechino, Velleia, Salsomaggiore, Montegibbio, Fontevivo, ecc.), in Abruzzo (Tocco), in Basilicata, ecc.

CAPITOLO XXXVI.

Carboni fossili e derivati

1. - **CARBONI FOSSILI.** — Appartengono a questa categoria: la *torba*, la *lignite*, il *litantrace*, l'*antracite* che rappresentano il prodotto della naturale distillazione di antichissime o antiche vegetazioni con aumento in percentuale del carbonio, elemento eminentemente combustibile. Vediamoli singolarmente.

Torba. — È il prodotto della putrefazione, vale a dire della distillazione naturale in posto, di vegetali palustri specialmente sfagni e muschi vari: è costituita da una massa carboniosa, mista ad argilla e altre materie minerali, di color bruno o nerastro a seconda della minor o maggior percentuale di carbonio che contiene. Questa percentuale è tanto più elevata quanto meno la torba è di formazione recente, perché, proseguendo incessantemente il processo di distillazione, gli elementi volatili H, O, N, hanno campo di continuare la loro progressiva eliminazione.

Le torbe migliori, ben essicate dopo estrazione, possono contenere fino al 60 % di carbonio: il resto è costituito da acqua (20-30 %) e materie minerali che costituiscono le ceneri varianti in proporzione dal 5 al 20 %.

Per il suo basso potere calorifico la torba è poco usata come combustibile: la si usa maggiormente per far lettiere al bestiame, dopo di che viene utilizzata come concime pregiato, essendo per sé stessa ricca di sali utili al terreno, ai quali si aggiungono gli elementi concimanti contenuti nelle escrezioni degli animali.

In Italia si lavorano specialmente a Ferrara (Codigoro), Como (Varese e Lecco), a Ivrea, a Iseo, sulle alte Alpi (Piccolo S. Bernardo).

Lignite. — Una distillazione più completa di quella subìta dalla torba dà luogo a formazione di *lignite*, la quale perciò contiene una più alta percentuale di carbonio: circa il 70 %.

Anch'essa ci si presenta con aspetti vari: in generale è di color nero lucente, di buona compattezza, tanto da assomigliare in alcune varietà al vero carbon fossile: il suo potere calorifico può innalzarsi fino a 5000 calorie circa.

È usata come buon combustibile, specialmente quando non è inquinata da zolfo e da altri materiali che bruciando sviluppano prodotti gasosi ingrati o nocivi.

Buoni depositi di lignite noi li abbiamo in Toscana (S. Giovanni Valdarno) e in Sardegna: altri depositi più o meno importanti, ma tutti sfruttati, noi abbiamo in ogni regione e specialmente in Liguria, nell'alto Vicentino (Valdagno presso Recoaro) ed in Val Seriana (Leffe).

Litantrace. — È comunemente noto sotto il nome generico di carbon fossile e contiene fino all'85 % di carbonio: si trova diffuso in potenti giacimenti specialmente in America, Germania, Francia e Belgio.

Come si siano formati tali enormi giacimenti, che in ogni caso sono d'origine vegetale, non è ancor bene stabilito. Tuttavia due sono le ipotesi generalmente accettate e noi le esporremo brevemente.

Una prima ipotesi ammette che per fenomeni di successivi *bradisismi* immense foreste dell'era paleozoica si siano abbassate e siano state successivamente ricoperte da alluvioni. Ebbero così campo tali potenti accumuli di vegetali di subire una progressiva distillazione nel corso dei secoli, originando lentamente gli attuali giacimenti carboniferi. Origine perciò *autòctona*.

La seconda ipotesi, ammette la formazione dei depositi carboniferi per *fluitazione*. Persistenti precipitazioni atmosferiche generarono corsi d'acqua di straordinaria portata, che divelsero e trasportarono cataste poderose di vegetali e legnami d'ogni sorta, le quali sostarono, depositandosi, ove trovarono insenature e depressioni.

Questi depositi vegetali — una volta diminuita la violenza delle acque — vennero ricoperte da materiali alluvionali portati dai fiumi stessi, materiali che sovente raggiunsero la potenza di parecchie decine di metri di spessore. In epoche successive una seconda, e magari una terza e una quarta fluitazione, possono aver deposto, sopra le alluvioni ricoprenti gli strati vegetali più antichi, nuovi accumuli di vegetali a lor volta ricoperti in seguito da materiale alluvionale, originando i depositi carboniferi. Origine perciò *allòctona*.

A sostegno della prima ipotesi si porta generalmente il fatto che in alcune miniere di carbone si trovano vegetali incompletamente carbonizzati e in posizione verticale. Ma l'ipotesi della fluitazione non impedisce di pensare che dei vegetali abbiano potuto essere depositati in posizione verticale anziché orizzontale, e d'altra parte l'ipotesi della fluitazione può spiegarci come nella massima parte delle miniere di carbon fossile gli strati di carbone si trovino alternati con strati di terreno di composizione e spessore variabilissimo, per quanto tale fenomeno possa dipendere anche da successivi bradisismi positivi, alternati con fasi di stazionarietà.

Nella trasformazione dei vegetali in carbon fossile, ha grande influenza l'azione di alcuni microrganismi (*Micrococcus carbo*), capaci di decomporre la cellulosa con svolgimento di metano e acido carbonico e quindi di favorire il formarsi dei giacimenti. Anche

intensi fenomeni tellurici quali dislocamenti, fratture ecc. debbono aver contribuito alla trasformazione delle torbe e ligniti in litantrace ed antracite. Le regioni carbonifere sono sempre molto dislocate.

Il litantrace ha estese *applicazioni* nell'economia domestica per riscaldamento e nell'industria per usi disparatissimi che vanno dalla produzione del gas illuminante, alla produzione di calore per fucine e per caldaie a vapore.

Varie sono le qualità di litantrace e ognuna di esse viene sfruttata per usi particolari. Se il litantrace è duro e compatto è ottimo per forni a riverbero e per produzione di gas illuminante, se è poco duro viene adoperato per fucine o per caldaie a vapore.

Estesi giacimenti di litantrace trovansi negli Stati Uniti, in Inghilterra, nel Belgio, in Francia, in Germania. In Italia si trovano piccoli giacimenti all'Arsa (Istria) e nella Sardegna.

Antracite. — È ricchissima di carbonio potendone contenere fino al 95 %. Perciò si infiamma difficilmente ma, in ambiente sufficientemente ricco d'aria, brucia lasciando minimo residuo e sviluppando forte calore. È quindi indicatissima come mezzo di riscaldamento: il suo potere calorifico raggiunge le 9000 calorie. In Italia se ne trova pochissima, e molto impura, a La Thouile (Piccolo San Bernardo).

La cagione della mancanza di giacimenti carboniferi in Italia va ricercata nel fatto che, durante l'antichissima êra Paleozoica, mentre in altre terre si sviluppava una rigogliosissima vegetazione che doveva poi dare origine ai carboni, l'Italia era fondo marino.

2. - **GAS ILLUMINANTE.** — Distillando a circa 1000° i litantraci a lunga fiamma entro storte di terra refrattaria si sviluppa una *corrente gassosa complessa* mentre rimane come residuo nelle storte un carbone vacuolare, detto **coke,** e una polvere carbonifera compatta che si condensa attorno alle pareti interne delle storte, e che viene detto **carbone di storta.**

La corrente gassosa viene prima fatta passare in un bariletto dove il gas espandendosi e raffreddandosi deposita i corpi meno evaporabili e che vengono a costituire il **catrame**; quello che non è stato fermato viene immesso in tubi pescanti in una soluzione acida diluita (= acque di lavaggio) comunemente con HCl. dove viene fermata l'**ammoniaca** sotto forma di NH_4Cl; poi la corrente gassosa, dopo esser fatta passare attraverso opportuni *depuratori* a base di coke e acqua e di segatura, calce, ossido ferrico, che trattengono il vapor acqueo e i composti solforati, inutili e dannosi, viene introdotta nei gassometri (1). Questa miscela di gas così

(1) Sono questi delle grandi campane di lamiera capovolte sull'acqua che si sollevano per la spinta del gas che esce da un tubo interno; altro tubo partente dal gassometro si dirama nella rete di distribuzione e col consumo del gas la campana si abbassa; l'innalzarsi e l'abbassarsi della campana vengono regolati inoltre con opportuni contrappesi.

purgata costituisce il **gas illuminante.** Perciò i principali prodotti derivati dalla distillazione del carbone fossile sono: coke, carbone di storta, catrame, ammoniaca, gas illuminante. Il gas illuminante è una miscela dei seguenti gas, tutti combustibili: H_2, CH_4, C_2H_4, C_2H_2 e CO.

Il gas illuminante oramai è più importante per riscaldamento anziché per illuminazione. Fino a 40 anni fa il carbone veniva distillato quasi unicamente per ricavare gas illuminante e ammoniaca; oggi, invece, con l'uso dell'energia elettrica per illuminazione e per la produzione sintetica dell'ammoniaca e con la utilizzazione come esplosivi, coloranti e medicinali dei derivati di catrame, il carbone viene distillato sopratutto per ottenere catrame.

3. - **CATRAME.** — Per catrame si intende quella miscela di sostanze solide e liquide che, provenienti dalla distillazione del carbon fossile, vennero fermate nei bariletti di condensazione (1). Ha enorme importanza perché è da esso che si ricava, in seguito a distillazione, il benzolo e direttamente e indirettamente, la maggior parte dei composti in catena ciclica oggi indispensabili nella produzione di colori (colori di anilina, di naftalina), di medicinali (salolo, benzonaftolo, fenacetina, piramidone, ecc.), e di esplosivi (toluolo, acido picrico, ecc.).

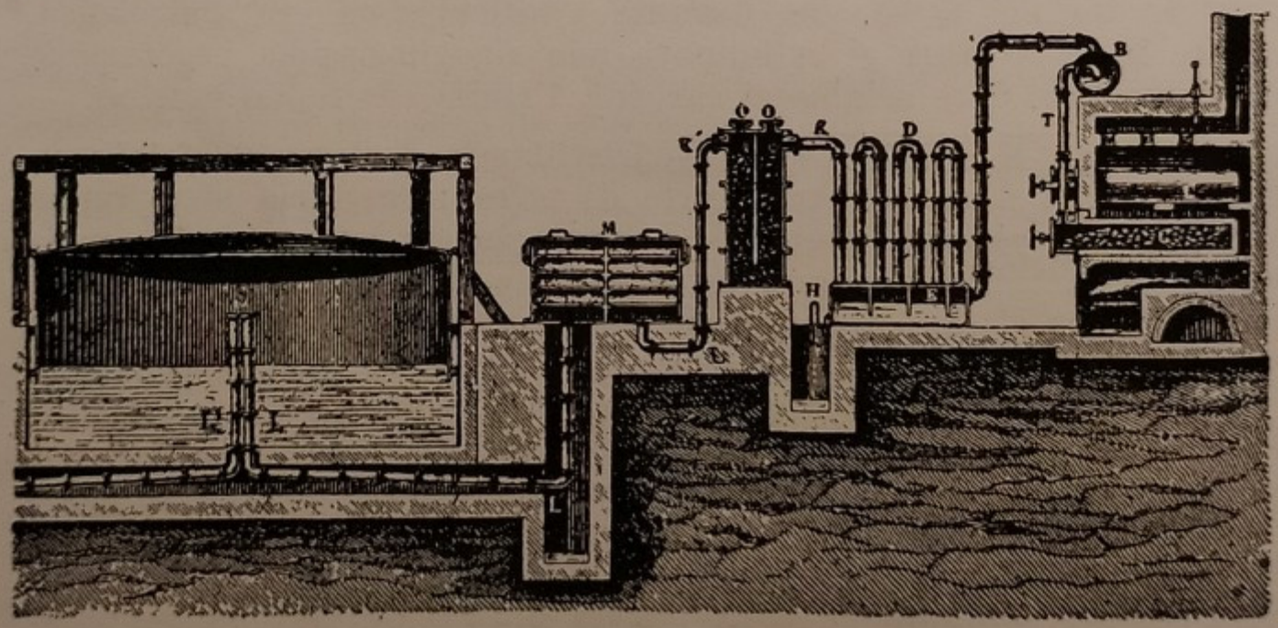


Fig. 95. — Schema di impianto per gas illuminante.

C, storta sezionata sopra la quale ve n'è un'altra chiusa; T, tubo d'afflusso del gas; B, bariletto di condensazione (per il catrame); E, vasche di lavaggio (per ammoniaca); OO, depuratore a coke; M, depuratore chimico; L, tubo d'afflusso del gas nel gasometro; LL', tubi d'immissione del gas nella rete di distribuzione.

(1) Il catrame usato nella pavimertazione è una miscela di terra, calcare, asfalto e bitume e olii pesanti derivati dal petrolio.

CAPITOLO XXXVII.

Alcooli e fermentazioni

1. - **ALCOOLI.** — Gli alcooli si possono teoricamente considerare come composti derivati dagli idrocarburi per sostituzione di uno o più atomi di idrogeno con altrettanti ossidrili (OH). Secondo il numero degli ossidrili essi si distinguono in *monovalenti, bivalenti,* ecc.

Secondo, poi, che l'idrogeno è sostituito nel gruppo $—CH_3$, $=CH_2$, $\equiv CH$, si distinguono in *primari, secondari, terziari*:

$—CH_2\text{-}OH$ $\quad$ $=CHOH$ $\quad$ $\equiv CH\text{-}OH$

Nonostante la presenza dell'— OH, gli alcooli sono neutri, salvo in qualche caso a manifestare anzi una leggera reazione acida. I primi termini sono volatili; diventano meno volatili con l'aumentare del peso molecolare.

I principali alcooli che interessano le industrie sono:

l'*alcool metilico*	l'*alcool etilico*	la *glicerina*
CH_3OH	C_2H_5OH	$C_3H_5(OH)_3$

1. **Alcool metilico** $CH_3.OH$. — È un alcool monovalente che si ottiene industrialmente sottoponendo il legno alla distillazione secca (1), donde il nome di *spirito di legno*. È un liquido incolore, di odore non tanto gradevole, più velenoso dell'alcool etilico; bolle a 65° ed è ottimo combustibile, donde il nome *spirito da ardere;* buon solvente di grassi e resine, è usato per vernici a spirito. Si usa, oltre che per quanto si è detto, per preparare la formalina e per denaturare l'alcool etilico.

2. **Alcool etilico** C_2H_5OH, o *spirito di vino* (perché componente essenziale del vino e delle altre bevande alcooliche), o semplicemente alcool, è un liquido che bolle a 78° e solidifica a —114°

(1) Distillando il legno in apposite storte si ottengono, tra molti prodotti secondari, soprattutto: l'**alcool etilico**, detto anche, perciò, *spirito pirolegnoso;* l'**acido acetico**, detto, invece, *acido pirolegnoso;* l'**acetone** (o *dimetilchetone*).

(donde l'uso per termometri a basse temperature); possiede odore gradevole, è molto igroscopico (donde il sapore bruciante) ed è miscibile con l'acqua in tutte le proporzioni con sviluppo di calore e contrazione di volume. Chiamasi *alcool assoluto* quello che contiene meno del 5 % di acqua.

Si può ottenere in diversi modi.

1°) Per trasformazione diretta del *glucosio* contenuto nel mosto d'uva per azione di speciali fermenti (*Saccharomyces ellipsoideus*, ecc.), come avviene nella produzione del vino:

$$C_6H_{12}O_6 \Rightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2$$

Durante la fermentazione il liquido sviluppa CO_2 per cui spumeggia (= bolle); se si teme che negli ambienti in cui vi sono tini in fermentazione si sia accumulata troppa CO_2, occorre, prima di entrare, esplorare l'aria con una lampada o candela attaccata all'estremità d'una pertica; se la lampada si spegne (per CO_2) bisogna provvedere a far rinnovare l'aria.

L'alcool ottenuto dalla fermentazione non può arrivare oltre il 16 % (= 16°), anche se nel mosto esiste altro zucchero fermentescibile, perché l'alcool a maggiori concentrazioni rende inattivi o uccide i saccaromiceti che l'hanno prodotto.

2°) Per trasformazione diretta del *maltosio*, contenuto nei semi dei cereali (orzo, soprattutto; derivato in ogni caso dalla trasformazione dell'amido sotto l'azione della diastasi) per l'attività del fermento *Saccharomyces cerevisiae*, come avviene nella produzione della birra:

$$C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \Rightarrow 4C_2H_5OH + 4CO_2$$

3°) Industrialmente, però, l'alcool non si ottiene distillando né il vino né la birra bensì *partendo da sostanze amilacee* (patate, cereali, farine diverse): queste vengono spappolate in acqua calda in autoclave e si ottiene così la salda d'amido; da questa, per azione della diastasi, si passa allo zucchero maltosio; sul maltosio (detto anche *mosto*) portato a 20° si fa agire il lievito della birra (*Saccharomyces cerevisiae*) che determina la fermentazione alcoolica. L'ammostamento in maltosio si può ottenere anche solo facendo bollire la salda con HCl; la fermentazione si può provocare con fermenti selezionati, ottenuti dai saccaromiceti.

Distillando la miscela alcoolica ottenuta si vengono a separare i seguenti derivati: 1. *prodotti di testa*, contenenti soprattutto CH_3OH velenoso; 2. *prodotti di coda* costituiti di alcool etilico e di limitate quantità di alcooli generalmente velenosi (propilico, butilico, amilico). Distillando una seconda volta i prodotti di coda si ottiene l'alcool etilico il quale, se deve servire per bevanda, deve essere ben *rettificato* e cioè privato delle impurità velenose. Per

avere alcool assoluto occorre poi distillare l'alcool a 95° su calce viva o su altre sostanze disidratanti.

L'alcool fino, rettificato, viene usato per preparare bevande alcooliche, e in tal caso è soggetto ad una forte tassa governativa, tassa che viene restituita, in tutto o in parte, quando il prodotto viene esportato.

Serve nell'industria per preparare colori, vernici, esplosivi; in tali casi, però, poiché non è soggetto a forte tassa, viene *denaturato* e cioè gli si aggiungono alcooli velenosi difficilmente separabili, soprattutto alcool metilico, affinché non possa servire per preparare liquori.

L'alcool assoluto serve in medicina come disinfettante, poi per preparare l'etere etilico e come carburante (miscibile con la benzina in tutte le proporzioni).

3. **Glicerina** $C_3H_5(OH)_3$ — È un alcool trivalente, liquido, sciropposo, di marcato sapore dolce; si può considerare come derivato teoricamente dal propano per sostituzioni di 3 H con 3 ossidrili.

$$\begin{array}{l} CH_3 \\ | \\ CH_2 \\ | \\ CH_3 \end{array} \longrightarrow \begin{array}{l} CH_2OH \\ | \\ CH\ OH \\ | \\ CH_2OH \end{array}$$

In realtà si produce costantemente nella fermentazioni del mosto d'uva; fu chiamata « principio dolce dei grassi » perché si ricava praticamente dai grassi e dagli alcooli come importante sottoprodotto della fabbricazione dei saponi e delle candele.

È usata specialmente in farmacia come emolliente, poi come lubrificante negli scambi di binari (non congela che a basse temperature) e, sopratutto, per la preparazione della nitroglicerina e della dinamite.

4. **Altri alcooli** d'una certa importanza sono: la *eritrite*, tetravalente, $C_4H_6(OH)_4$, che si estrae da alcuni licheni e alghe; la *mannite*, esavalente, $C_6H_8(OH)_6$, che si estrae, cristallizzata in prismi sericei, dalla manna, liquido sciropposo che trasuda da varie piante, e specialmente dal frassino (*fraxinus ornus*) largamente coltivato in provincia di Palermo e in Calabria, usata in medicina come debole purgante. Altre manne si ricavano da eucalipti (Australia), da larici (Briançon), da tamarischi (Sinai), ecc.

2. Le **BEVANDE ALCOOLICHE** possono essere *fermentate, distillate* e *miscele artificiali* di acqua, alcool, essenze, ecc.

a) Le bevande alcooliche **fermentate** sono principalmente il vino e la birra, ambedue di antichissimo uso.

1) Il **vino** è il *prodotto della fermentazione alcoolica del mosto d'uva fresca o leggermente appassita*. Il mosto si ottiene dalla pigiatura dell'uva e, separati i graspi e le vinacce ,contiene acqua, glucosio (dal 10 al 30 % secondo le varietà, il clima, il grado di maturazione, ecc.), cremotartaro, acidi citrico e malico, tannino, albuminoidi, sostanza colorante (*enocianina*), ecc.; si inizia subito la fermentazione alcoolica, ma non tutto il $C_6H_{12}O_6$ si scinde in CO_2 e CH_3OH poiché circa il 3 % del glucosio si trasforma in glicerina.

A fermentazione completa i vini vengono travasati e separati dalle *feccie*, parti solide costituite di cremortartaro, acidi citrico e malico, tannino, glicerina, ecc. che provocherebbero alterazioni e che d'altra parte sono materia prima per l'estrazione del *cremortartaro*.

I tipi di vini sono svariati a seconda della qualità dei vitigni e del clima e si distinguono: *vini da taglio* (ad alta grad. alcoolica, fino al 16 %) che servono a *tagliare* vini poco alcooolici; vini di *lusso* o da *dessert*, preparati con uve specali; *vini liquorosi*, da uve appassite con aggiunta di zucchero, alcool puro, ecc. (es. *Marsala*); *vini aromatici* aggiungendovi anche estratti di erbe aromatiche (*Vermout*); *vini spumanti* nei quali si fa artificialmente sciogliere CO_2 (1).

Da vini poco alcoolici si possono ottenere vini più alcoolici col congelamento, separando il ghiaccio puro che si forma. I vini che più facilmente si alterano (*acescenza, girato*) sono quelli a bassa gradazione alcoolica poiché l'alcool a una certa concentrazione uccide tutti i germi che possono produrre alterazioni.

2) La **birra** è una *bevanda ottenuta dalla fermentazione alcoolica del malto d'orzo e aromatizzata col luppolo*.

Il malto si prepara da varietà speciali di orzo (da noi importate dalla Germania, Inghilterra, ecc.) fatto germogliare mediante imbibizione di acqua a temperatura discreta; si arresta poi il germogliamento — quando le radichette sono alquanto più lunghe dei semi — mediante rapido essiccamento o moderata torrefazione (birre scure); i germogli vengono poi separati dal rimanente che costituisce il malto.

I birrifici acquistano d'ordinario il malto già preparato. Esso viene addizionato d'acqua e poi sottoposto a lenta e prolungata saccarificazione per azione della diastasi, e questo viene poi chiarificato per filtrazione, addizionato di luppolo (2) e fatto fermentare mediante il lievito di birra, lentamente a 5°-8°, o più rapidamente a 15°-18°.

---

(1) La *produzione vinicola italiana*, data da circa 3.500.000 ha. coltivate a vite, è di circa 40.000.000 di hl. annui e l'esportazione che nell'anteguerra era di oltre un milione di ettolitri, si abbassò durante la guerra e dopo (569.000 hl. nel 1919) per poi risalire (nel 1924, a 2.700.000 hl.), essendo limitata l'importazione per vini scelti esteri (circa 15.000 hl.). La produzione italiana viene dopo quella della Francia e prima di quelle della Spagna e dell'Ungheria; è notevole anche quella dell'Algeria che è di circa 10.000.000 di hl. e la produzione europea rappresenta i 9/10 della mondiale che è valutata a circa 150.000.000 di ettolitri annui.

(2) L'*humulus lupulus*, urticacea rampicante, cresce spontanea nelle regioni settentrionali dell'Europa, America, Asia. Si utilizzano le infiorescenze femminili che contengono la *luppolina*, sostanza amarissima e aromatica.

Le birre contengono quantità limitate di alcool (3-6 %), maltosio, albuminoidi peptonizzati, glicerina, CO_2, ecc. (1).

Prodotti simili alla birra (d'orzo) sono: la *chica* del Messico (preparata con mais, banane, manioca); il *sakè* dei giapponesi (dal riso); lo *Kwass* russo (da farina d'orzo, segale, avena con zucchero, menta e altre droghe).

Altre bevande sono più simili al vino fra queste: il *sidro* dal sugo di mele e di pere, fermentato; il *pulque,* del Messico, ricavato recidendo la base della infiorescenza di agave, e facendo fermentare la linfa raccolta; il *vino di palma,* dal succo ricavato da incisioni dall'infiorescenza di alcune palme; l'*idromele,* dal miele fermentato.

Così i vari popoli hanno ricavato bevande alcooliche dalle piante più a disposizione: l'igiene però ne raccomanda la limitazione dell'uso (e anche in certi casi il non uso) specialmente quando si tratta di distillati e di liquori ad alta gradazione alcoolica.

b) Fra le **bevande distillate** si hanno l'*acquavite di vino,* l'*acquavite di vinacce* (contenenti dal 40 al 70 % di alcool) e fra le acquaviti di vino è speciale il *cognac* dalla città omonima); il *kirsch,* ottenuto distillando il succo fermentato delle ciliegie, lo *slivowitz* analogamente dalle prugne, i *rhum* analogamente dei residui e melasse dell'estrazione dello zucchero di canna, la *vodka,* il *wisky.*

c) I vari **liquori** si preparano mescolando *alcool* fino rettificato, con acqua zucchero e varie essenze aromatiche.

L'alcool viene considerato come *alimento di risparmio* in quanto viene assimilato prima degli altri alimenti e venendo assorbito anche dallo stomaco è di effetto pronto; quindi è di ristoro dopo una marcia faticosa (non prima); ma ha anche effetto deprimente sui centri nervosi: dapprima agisce sui centri inibitori (e ciò spiega la facile parlantina delle persone brille) ma poi agisce anche sui centri motori (quindi i disordini visivi, deambulatori ecc. degli ubbriachi).

3. - **FERMENTAZIONI.** — Si è parlato a più riprese di fermentazioni; diamo ora un'idea più precisa. Le *fermentazioni sono trasformazioni operate da un organismo sopra sostanze organiche.* Sono dunque fatti legati ai fenomeni della vita. Si usa fare la distinzione tra *fermenti organizzati* (2) e *fermenti inorganizzati.* I primi sono veri organismi, come ad esempio i saccaromiceti e molti batteri; gli altri sono invece sostanze prodotte da organismi, come ad esempio la

---

(1) La *produzione della birra* in Italia è considerevolmente aumentata, per quanto dobbiamo essere importatori del malto, e mentre nel 190 era di 150.000 hl. è gradualmente arrivata a oltre un milione di hl. riducendosi l'importazione.

Degli studi recenti mirano a preparare un tipo speciale di birra dal mosto d'uva addizionato di acqua e fatto fermentare con fermenti selezionati.

(2) La causa delle fermentazioni come l'alcoolica, l'acetica, la lattica, ecc. fu scoperta (nel 1857) dal Pasteur il quale provò che queste trasformazioni sono determinate da speciali microrganismi che poi furono anche chiamati *fermenti figurati;* ed ogni specie di essi determina una determinata trasformazione di una determinata sostanza, in determinate condizioni di temperatura, di acidità od alcalinità del mezzo, ecc.

ptialina e la diastasi. Ma in realtà tale suddivisione non è molto razionale perché gli organismi riescono a produrre fermentazioni solo in quanto producono i fermenti inorganizzati, i quali sono detti comunemente *enzimi*. Gli enzimi non entrano in reazione direttamente se non provocando e favorendo la reazione e, forse, cedendo energia; inoltre basta una piccola quantità, per ottenere la fermentazione di ingenti quantità di sostanze; si potrebbero perciò paragonare ai corpi catalizzatori inorganici. Però, a differenza di questi, hanno azione spe-

Fig. 96. — Saccaromiceti del vino.

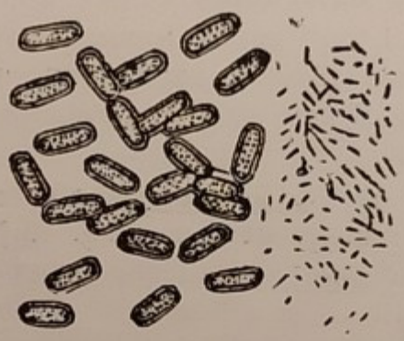


Fig. 96-*bis*. — Batteri dell'aceto a fortissimo e a forte ingrandimento.

cifica, per cui ciascun enzima, determinando una sola reazione, fu opportunamente paragonato ad una chiave che apre solo una data serratura.

I fermenti organizzati (lieviti) si possono opportunamente coltivare in brodi onde ottenere prodotti selezionati, puri, esenti da fermenti contrari o attenuanti l'azione di quelli. Tra i più comuni fermenti organizzati sono da ricordare:

il *Saccharomyces ellipsoideus* che determina la fermentazioue alcoolica del glucosio;

il *Saccharomyces cerevisiae* (= lievito di birra) che determina la fermentazione alcoolica del maltosio;

il *Mycoderma aceti* (= madre dell'aceto), batterio che determina la fermentazione acida dell'alcool etilico trasformando questo in acido acetico.

Tra i più comuni enzimi sono da ricordare:

la *ptialina* della saliva (che trasforma in maltosio-glucosio l'amido);

la *pepsina* del succo gastrico (che trasforma in peptoni le sostanze proteiche);

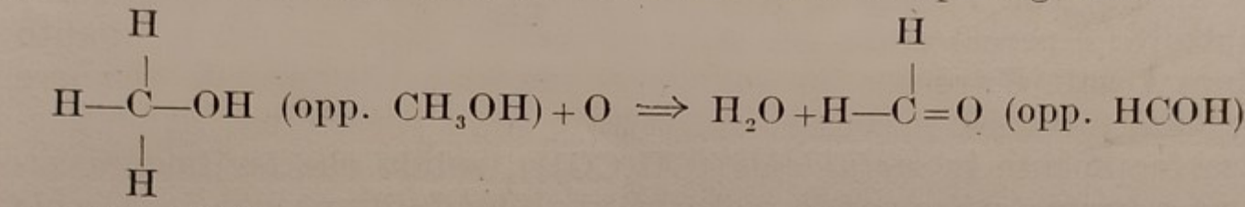
la *steapsina* del succo pancreatico (che digerisce i grassi rendendoli assorbibili;

la *diastasi* dei semi che trasforma l'amido in maltosio-glucosio.

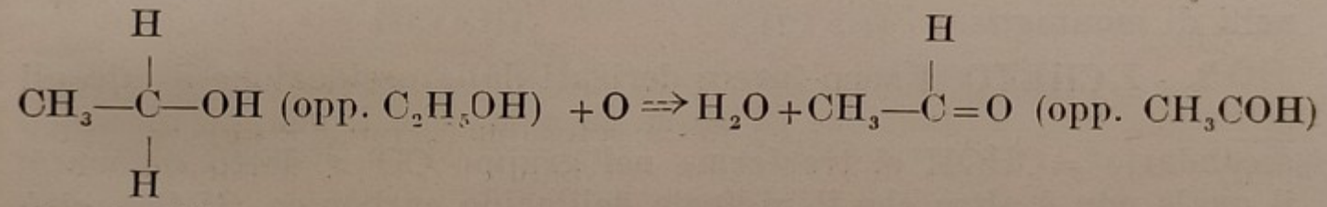
CAPITOLO XXXVIII.

Aldeidi e chetoni

1. - Le **ALDEIDI** sono, come vuol significare la parola, **al**cooli primari **deid**rogenati. La deidrogenazione viene ottenuta mediante parziale ossidazione come si vede dai due esempi seguenti:



alcool metilico *aldeide formica*



alcool etilico *aldeide acetica*

Il gruppo —COH chiamasi gruppo funzionale delle aldeidi come il gruppo —CH_2OH, dal quale deriva, chiamasi gruppo funzionale degli alcooli primari. I primi due termini della serie delle aldeidi saranno l'*aldeide formica,* corrispondente all'alcool metilico, e l'*aldeide acetica,* corrispondente all'alcool etilico: e derivano, anche praticamente, dall'ossidazione, cioè per combustione, dei rispettivi alcooli volatilizzati.

1. L'**aldeide formica** (= formaldeide) HCOH è un gas di odore assai acuto. La sua soluzione acquosa al 40 % chiamasi *formalina,* mentre chiamasi *lisoformio* la sua soluzione saponosa con alcool metilico. È buon disinfettante.

Il potere antisettico della formaldeide si rivela anche in diluizioni di 1:20.000 e per la disinfezione di ambienti se ne fanno sviluppare i vapori che sono di odore assai acuto e lacrimogeni. La formaldeide serve anche per indurire varie sostanze organiche ottenendosi ad es. con la caseina un prodotto che, colorato variamente, imita la tartaruga, il corno, il corallo, ecc. (*galatite, latte-pietra,*

cornalite) e con l'acido fenico si ha la *bachelite* (Bakeland, inventore) con cui si imita l'avorio ecc. e serve anche per dischi di grammofono che vengono impressionati prima dell'indurimento. Con l'urea si forma un prodotto di condensazione di aspetto simile al vetro detto *vetro organico* o *pollopas*.

Trattando la HCHO con NH_3 si ottiene l'*urotropina*, sostanza bianca la quale oltre ad essere un ottimo diuretico, ha la proprietà di neutralizzare il fosgene (quindi per filtri delle maschere antigas) e di rigenerarsi dai prodotti di decomposizione che si formano.

Si polimerizza facilmente. Così nella funzione clorofilliana prima si produce aldeide formica che polimerizzandosi dà poi origine a glucosio

$$6HCOH \Longrightarrow C_6H_{12}O_6$$

2. L'**aldeide acetica** (= *acetaldeide*) CH_3COH è liquida; per la sua affinità con l'ossigeno (con cui forma acido acetico) è energico riduttore; è perciò usata per la preparazione degli specchi in quanto riduce i sali d'argento in soluzione ammoniacale facendo deporre l'argento metallico speculare sul vetro o sulla porcellana. Si polimerizza facilmente in *metaldeide* $(CH_3COH)_3$ solida che facilmente sublima e brucia sviluppando molto calore, donde il suo uso in piccole zollette bianche, chiamate *meta*, come combustibile per piccoli fornelli di montagna.

2. - I **CHETONI** sono invece derivati dalla ossidazione di alcooli secondari con eliminazione di acqua in modo che il gruppo alcoolico secondario $=CHOH$ si trasforma nel gruppo $CO \lesssim$ detto *carbonile* il quale non è altro che il radicale dell'acido carbonico (H_2CO_3 cioè $CO \lesssim^{OH}_{OH}$, da cui $CO \lesssim$).

Si potrebbero allora anche solo considerare come costituiti dal radicale $CO \lesssim$ che lega a sé due radicali alcoolici, eguali o diseguali:

$CO \lesssim^{CH_3}_{CH_3}$ *di-metil-chetone*

$CO \lesssim^{CH_3}_{C_2H_5}$ *metil-etil-chetone*

Di tutti il più noto è il dimetilchetone o acetone.

Acetone $(CH_3)_2CO$. — Si ottiene dalla distillazione secca del legno e della crusca. Liquido di odore etereo, solubile in acqua, alcooli e etere. È usato per preparare iodoformio (CHI_3) e polveri senza fumo; come vermifugo, come solvente di vernici, di cellulosa e di celluloide (pellicole cinematografiche); come combustibile. In piccolissima quantità si trova nel sangue, nell'urina normale e aumenta in casi patologici. Dall'acetone derivano due importanti *gas lacrimogeni* e cioè il cloroacetone ($CH_3.CH_2.CO.Cl$) e il bromoacetone.

CAPITOLO XXXIX.

Acidi organici

Gli acidi organici sono caratterizzati dal gruppo funzionale —COOH (oppure $-C\begin{matrix}O\\OH\end{matrix}$) detto *carbossile*. A seconda del numero dei carbossili contenuti si hanno acidi *mono- bi- policarbossilici* (e cioè: mono- bi- polibasici). I più comuni, se non più importanti, sono quelli monocarbossilici i quali derivano dalla ulteriore ossidazione delle aldeidi e perciò dalla totale ossidazione degli alcooli primari.

$HCOH + O \rightleftharpoons HCOOH$ $\qquad$ $CH_3COH + O \Rightarrow CH_3COOH$

$H-C\begin{matrix}H\\O\end{matrix} + O \Rightarrow H-C\begin{matrix}OH\\O\end{matrix}$ $\qquad$ $CH_3-C\begin{matrix}H\\O\end{matrix} + O \Rightarrow CH_3C\begin{matrix}OH\\O\end{matrix}$

aldeide formica *acido formico* $\qquad$ *aldeide acetica* *acido acetico*

Negli acidi, solo l'idrogeno del (o dei) carbossile è sostituibile con atomi metallici (o anche radicali alcoolici); si ottengono in tal caso i *sali organici*. Così dagli acidi: formico, acetico, lattico, butirrico, malico, ossalico, ecc. derivano rispettivamente i formiati, gli acetati, i lattati, i butirrati, i malati, gli ossalati, ecc.

Perciò riassumendo, dai primi due idrocarburi si potranno avere i seguenti corpi derivati:

CH_4	HCH_2OH	$HCOH$	$HCOOH$	$HCOOK$
metano	*alcool metilico*	*aldeide formica*	*acido formico*	*formiato di potassio*

C_2H_6	CH_3CH_2OH	CH_3COH	CH_3COOH	CH_3COOK
etano	*alcool etilico*	*aldeide acetica*	*acido acetico*	*acetato di potassio*

Come per gli acidi inorganici, dicesi *radicale acido* ciò che resta della molecola dell'acido dopo aver tolto gli ossidrili; tale radicale ha la terminazione in *-ile*. Così

$HCOOH$ (*acido formico*) $\Longrightarrow$ $HCO-$ (*formile*)
CH_3COOH (*acido acetico*) $\Longrightarrow$ CH_3CO- (*acetile*)

1. - **ACIDO FÒRMICO** $HCOOH$. — È un liquido incolore, con odore pungente di formiche, di azione energica tanto che irrita e arrossa la pelle. Si trova nelle formiche (donde il nome, sia pure foneticamente alterato!), nelle larve pelose di processionarie, nelle ortiche, nel sudore, nelle foglie di pino. I suoi effetti vengono neutralizzati dall'ammoniaca in seguito alla formazione di formiato di ammonio ($HCOO.NH_4$). È usato come antisettico, in tintoria e nella stampa dei tessuti, per quanto a quest'ultimo scopo oramai si usino piuttosto altri acidi (acetico, citrico, lattico, tartarico, ossalico, ecc.) (1).

2. - **ACIDO ACETICO** CH_3COOH. — È un liquido incolore, di odore d'aceto fortissimo, di sapore acidissimo; è caustico; bolle a 118° e gela a 16° cristallizzandosi. Se privo completamente d'acqua chiamasi *acido acetico glaciale.* I suoi sali diconsi acetati; es.: $(CH_3COO)_2Pb$ è l'acetato di piombo, e servono per preparare colori (biacca), come mordenti in tintoria, come anticrittogamici e, in farmacia, come astringenti. Tale l'acetato di alluminio (contro le vene varicose) e, soprattutto, l'acetato basico di piombo che, in soluzione al 2,5 % dà l'*acqua vegeto minerale* indicata (uso esterno: veleno!) nelle lussazioni, contusioni e ustioni superficiali.

L'acido acetico si trova nell'aceto, derivato dalla fermentazione acida (= ossidazione completa) operata dal batterio *mycoderma aceti* sull'alcool etilico del vino, secondo la seguente equazione:

$$CH_3CH_2OH + O_2 \Longrightarrow CH_3COOH + H_2O$$

Così, per la produzione d'acqua, ne deriva che la gradazione acida è sempre minore di quella alcoolica del vino donde l'aceto proviene.

Perché avvenga la acetificazione del vino è necessaria:

1°) la presenza del *mycoderma aceti* (= madre dell'aceto);

2°) la presenza di *ossigeno,* quindi generalmente solo in recipienti poco ben tappati; lo strato superficiale di alcool che va ossidandosi in acido acetico diventando più pesante va a fondo e lascia così il posto a nuovo alcool fino ad acidificazione completa;

3°) *temperatura* discreta (15°-20°);

4°) vini *mediocremente alcoolici,* perché quelli oltre 14° uccidono i fermenti dell'aceto, mentre quelli con gradazioni inferiori a 9° vengono colpiti da una muffa bianca che li trasformano in acqua e CO_2.

Però l'acido acetico per usi industriali si ricava dalla distillazione secca del legno (= *acido pirolegnoso*) insieme con alcool meti-

(1) Tra i derivati dell'acido formico è notevole la *forgenina*, che è un formiato di tetra-metil-ammonio $HCOO.N(CH_3)_4$, usata come ricostituente e cardiotonico.

lico, acetone, ecc.; la legge proibisce che di questo se ne faccia uso nell'alimentazione.

3. - **ACIDO OSSALICO** $\begin{matrix}COOH\\|\\COOH\end{matrix}$. È un acido bicarbossilico; trovasi abbondantemente sotto forma di sali ossalati (oss. di Ca, di K) ben cristallizzati nell'acetosella, in altre erbe acide e nelle foglie poco prima che cadano. Serve nella concia delle pelli, per purgare sostanze coloranti, per decolorare la paglia, ecc.

4. - **ACIDO SUCCINICO** $(COOH)_2(CH_2)_2$. si forma in piccole quantità nella fermentazione del mosto d'uva e si trova nelle uve immature.

5. - **ACIDO LATTICO** $CH_3.CHOH.COOH$. — È un liquido sciropposo. Si trova nel latte inacidito, derivato in tal caso dalla fermentazione operata sullo zucchero lattosio dal *bac. acidi lactis;* si forma anche nell'alterazione di altre sostanze vegetali e animali; e rappresenta inoltre uno dei prodotti di dissamilazione dei muscoli.

Nella fermentazione dello zucchero di latte si forma acido lattico e vari tipi di latte inacidito (*jogourt, kefir,* ecc.) sono usati come alimenti dietetici contro le dispepsie.

Industrialmente si prepara l'acido lattico partendo dalla fecola di patate che si fa prima saccarificare e poi fermentare con bacteri estratti dal latte.

Quello greggio è usato per la concia delle pelli, nella tintura della lana, mentre quello puro è usato in medicina, spesso sostituito dai lattati di Fe e Ca.

6. - **ACIDO MALICO** $CH_2.CHOH(COOH)_2$. — Si trova nelle mele acerbe (donde il nome!), nelle cotogne, nell'uva, ecc.; ha proprietà astringenti.

7. - **ACIDO TARTARICO** $(CHOH)_2(COOH)_2$. — Allo stato di tartrato acido di K costituisce il *cremor tartaro* dell'uva che si separa poi dal vino (nel quale è insolubile) insieme alla gruma di botte e alle feccie durante la fermentazione.

8. - **ACIDO CITRICO** $(CH_2)_2(COOH)_3COH$. È un acido tricarbossilico; dà il sapore al succo di limone (donde il nome!) e si trova in quasi tutti gli agrumi (aranci, cedri), nell'uva spina e nel ribes.

L'acido citrico, oltre che per le bibite effervescenti e per preparare vari citrati (ad es. di Mg) usati in medicina, serve per la stampa dei tessuti. I granuli di magnesia effervescente sono un miscuglio di acido citrico e di carbonato magnesiaco; sciolti in acqua reagiscono, formano citrato di magnesio e sviluppano CO_2 con effervescenza, offrendo una bevanda gradevole e di sapore acidulo pizzicante.

9. - ACIDI GRASSI. — Si chiamano con questo nome alcuni acidi monocarbossilici che, in combinazione con glicerina, costituiscono i componenti della maggior parte dei grassi animali e vegetali (oli, burro, lardo). Tali sono: l'*acido butirrico* (C_5H_7COOH) che ha l'odore caratteristico del burro irrancidito; l'*acido linoleico* ($C_{17}H_{29}COOH$) contenuto nell'olio di lino; l'*acido oleico* ($C_{17}H_{33}COOH$) contenuto nell'oleina dell'olio d'oliva; l'*acido palmitico* ($C_{15}H_{31}COOH$) contenuto nella palmitina dell'olio di palma; l'*acido stearico* ($C_{17}H_{35}COOH$) contenuto nella stearina dei grassi animali. Però dei grassi e dell'acido stearico si vedrà meglio nel capitolo seguente a proposito dei saponi e delle candele.

CAPITOLO XL.

Eteri

Gli eteri si possono considerare come *ossidi* di radicali alcoolici oppure di radicali alcoolici e acidi. Si hanno le seguenti tre categorie di eteri:

Eteri semplici se l'ossigeno lega a sé due radicali alcoolici eguali

$$O\begin{matrix}CH_3\\CH_3\end{matrix}$$

etere metilico

$$O\begin{matrix}C_2H_5\\C_2H_5\end{matrix}$$

etere etilico

Eteri misti se l'ossigeno lega a sé due radicali alcoolici diseguali

$$O\begin{matrix}C_2H_5\\CH_3\end{matrix}$$

etere metil etilico

Eteri composti, o *esteri* o *eteri salini* se l'ossigeno lega a sé un radicale alcoolico e uno acido

$$O\begin{matrix}C_2H_5\\CH_3CO\end{matrix}$$

etere etil acetico

Questi, però, anziché ossidi, sono evidentemente sali; e la formola vista sopra può essere meglio espressa in questo altro modo

$$CH_3CO\ O.C_2H_5$$

acetato di etile

Esaminiamo per la prima e terza categoria i composti più notevoli.

1. - **ETERE ETILICO** $(C_2H_5)_2O$. — È il comune etere, il più importante fra gli eteri semplici. È un liquido incolore, di odore grato, volatilissimo, che bolle a 34°,6 e brucia con fiamma luminosa. Chiamasi semplicemente *etere* od anche *etere solforico* (per quanto non contenga S) perché lo si ottiene dall'alcool etilico per disidratazione operata dall'H_2SO_4.

$$\begin{matrix}C_2H_5 & OH\\C_2H_5O & H\end{matrix} \Rightarrow H_2O + \begin{matrix}C_2H_5\\C_2H_5\end{matrix}\!\!>O$$

Viene usato come anestetico in medicina, come ottimo solvente di grassi, di resine e di vernici, come carburante e per la preparazione del collodio e delle polveri senza fumo. Il travaso dell'etere

dev'essere fatto con cura, in piccole porzioni e in assenza di fiamme perché i vapori, pesanti e infiammabili, dànno con l'aria miscela esplosiva; i recipienti contenenti etere debbono essere non completamente pieni.

2. - **GRASSI.** — Sono questi però che tra gli esteri hanno massima importanza. Si possono considerare come eteri salini non volatili, composti del residuo di acidi grassi (es. $C_{17}H_{35}COO—$) e radicale alcoolico glicerile ($C_3H_5—$) della glicerina donde il nome di *gliceridi*.

Esempio:

$$\begin{matrix} C_{17}H_{35}COO— \\ C_{17}H_{35}COO— \\ C_{17}H_{35}COO— \end{matrix} C_3H_5 \text{ e cioè } (C_{17}H_{35}COO)_3C_3H_5,$$

residuo dell'acido stearico — glicerile — stearina o stearato di glicerina

I comuni grassi, animali e vegetali sono miscugli di vari gliceridi tra cui predominano:

la *stearina* $(C_{17}H_{35}COO)_3C_3H_5$ stearato di glicer. p. fus. = 72°;
la *palmitina* $(C_{15}H_{31}COO)_3C_3H_5$ palmitato di glic.; p fus. = 65°.
la *oleina* $(C_{17}H_{33}COO)_3\ C_3H_5$ oleato di glicerina; p. fus. = —4°
oltre a *butirrina, linoleina, ricinoleina*, ecc.

I grassi sono tutti più leggeri dell'acqua nella quale sono insolubili; si sciolgono invece bene in alcool, etere, benzina, CS_2; sono untuosi e combustibili.

Lo sgradevole odore di moccolaia che spandono spesso i grassi durante il riscaldamento o la combustione deriva da una particolare aldeide velenosa che si libera detta *acroleina*.

Si trovano generalmente negli organismi. come utile materiale di riserva e per produzione di energia calorifica. Si usano distinguere in: *grassi solidi* o burri, generalmente animali, come strutto, grasso di maiale, lardo, burro ai quali si possono aggiungere la cera delle api di costituzione affine e le lecitine del tuorlo d'uovo, contenenti anche azoto, od anche vegetali come il burro di cocco e il burro di cacao; *grassi liquidi* o olii. Questi alla lor volta possono essere d'origine *animale,* come l'olio di balena, di fegato di merluzzo, di capodolio; o d'origine *vegetale,* come l'olio d'oliva (dal mesocarpo), di colza, di ravizzone, di sesamo, di canapa, di vinaccioli, di arachide, di palma, di lino, di ricino, di noce (dai semi).

Inoltre gli oli possono essere *essicativi* quando assorbendo ossigeno si solidificano formando una pellicola solida sulla superficie su cui vennero spalmati (linoleina dell'olio di lino); o *non essicativi* come i componenti dell'olio di olivo, di ricino, ecc.; in tal caso quasi sempre irrancidiscono perché ossidandosi separano piccole quan-

tità di acidi grassi liberi aventi odore sgradevole (ac. butirrico, caprinico, ecc.).

I grassi hanno grande importanza pratica per l'alimentazione, come purgativi e lubrificanti, per vernici e per la fabbricazione dei saponi, delle candele e della glicerina e derivati.

1. L'**olio d'oliva** è l'olio commestibile più importante; esso si ottiene per torchiatura dalle ulive sane ed appena mature. Le ulive, dopo raccolte e conservate asciutte, vengono portate nei *frantoi* per venire ridotte in una pasta poltigliosa, con separazione del nocciolo. Con tale pasta si riempiono poi dei fiscoli adatti (formati da fibre di sparto o di palma, ecc.) per venire pressati dai torchi: dalle pile dei fiscoli, con debole pressione, comincia a colare l'*olio vergine* e a pressione moderata si ha l'*olio fino* o di 1ª spremitura; e si ha l'olio di 2ª spremitura rimacinando con aggiunta d'acqua calda i residui — *sanse* — della 1ª spremitura.

Ripetendo l'operazione si ha l'olio più scadente di 3ª, e dalle nuove sanse si può estrarre altro olio con lavature ripetute oppure — più completamente — mediante estrazione con CS_2 (*olio sulfureo*).

Le compressioni devono essere graduali e il liquido che sgorga (e che va diventando sempre più torbido) si raccoglie in *separatori automatici* nei quali l'olio è separato dall'*acqua di vegetazione* che, insieme ad altre impurezze, va a fondo; queste acque, insieme a quelle di lavaggio degli apparecchi, si mandano in serbatoi detti *inferni* per ricavare, dopo, altro olio scadente, detto *olio di inferno*.

Le qualità di olio scadenti sono destinati alle saponerie.

2. L'**olio di ricino**, oltre che per le sue proprietà terapeutiche, viene usato per l'ammorbidimento dei cuoi e specialmente è prezioso come lubrificante, conservando tale proprietà anche ad alte temperature (quindi per motori di velivoli ad alto numero di giri).

La coltura del ricino in Italia potrebbe venire notevolmente estesa e l'importazione dell'olio, per parecchi milioni, verrebbe notevolmente ridotta.

3. Fra gli olii essiccativi è molto usato in pittura, nelle vernici, per inchiostri da stampa ecc. specialmente l'**olio di lino** il cui potere essiccativo è aumentato se lo si fa bollire per lungo tempo (non oltre i 200°) con sostanze ossidanti: chiamasi allora *olio cotto*.

Fra le applicazioni dell'olio di lino si ha il *linoleum*, che si prepara impastando l'olio di lino cotto con polvere di sughero, colofonia, resine, sostanze coloranti. Ottenute paste di diverse belle colorazioni, si distendono su tele e fatte essiccare si hanno tappeti, stuoie ecc., con artistici disegni; e se si danno dei rilievi si ha la *lincrusta*.

4. - **SAPONI.** — Facendo bollire i grassi con idrati alcalini (NaOH, KOH), essi si scompongono mettendo in libertà la glicerina e formando i sali alcalini corrispondenti: questi sali chiamansi *saponi* e l'operazione chiamasi *saponificazione*.

$$(C_{15}H_{31}COO)_3C_3H_5 + 3NaOH \rightleftharpoons C_3H_5(OH)_3 + 3C_{15}H_{31}COONa$$

palmitina + soda caustica ⇌ glicerina + palmitato di sodio

Rammentiamo che nell'intestino umano la saponificazione dei

grassi avviene soprattutto per mezzo di particolari fermenti detti lipolitici (es. la stearina del succo pancreatico).

Per la fabbricazione dei saponi i grassi più comunemente usati sono la oleina (ottima), la palmitina (buona) e la stearina (scadente); gli idrati possono essere di Na (e ne derivano i saponi migliori), di K (saponi duri), di Ca (insolubili, scadenti), di Pb (i comuni cerotti o empiastri).

Il potere detersivo dei saponi è dovuto al separarsi di piccole quantità di alcali, per idrolizzazione, e l'alcali saponifica poi i grassi della pelle e del sudiciume, asportandoli però anche e specialmente per emulsionamento. Gli operai che si imbrattono molto coi lubrificanti usano direttamente la soda.

Gran parte del grasso che dà il sudiciume viene eliminato meccanicamente dall'azione *emulsionante* del sapone e dei suoi acidi grassi che riducono il grasso contenuto negli indumenti, nei tessuti, ecc. in piccolissime particelle le quali restano sospese nell'acqua e vengono da quest'ultima asportate. Da ciò risulta che l'azione detergente di un sapone è tanto più energica quanto maggiore è la sua solubilità in acqua.

Le fasi più importanti della fabbricazione del sapone sono: l'*impasto* o processo di saponificazione che consiste nella combinazione del grasso con parte della soda e nella formazione di una massa densa, vischiosa di glicerina mista ad acqua; la *separazione* per isolare il sapone dalla miscela di glicerina d'acqua, rendendovelo insolubile mediante l'aggiunta di sale di cucina; la *cottura* per eliminare la grande quantità di schiuma che si forma in seguito alla separazione e per completare il processo del prodotto finito che generalmente si fa aggiungendo alla pasta, prima di lasciarla in riposo, acqua calda o lisciva diluitissima; in tal modo il sapone si rende liquido e si facilita la separazione di tutte le impurità.

Un sapone neutro si può ottenere impiegando per 100 p. di grasso 120 p. NaOH.

Un buon sapone deve *sciogliersi* completamente in acqua, rendendola viscida e quindi suscettibile di formare schiuma per agitazione; non deve *sfiorire* all'aria (il che indicherebbe presenza di idrato di sodio libero trasformantesi in carbonato) e *non* deve contenere *sostanze minerali*: la presenza di queste si svela per trattamento con alcool che non le scioglie mentre scioglie il solo sapone.

5. - Le **CANDELE STEARICHE,** che hanno oramai sostituito per gli usi casalinghi quelle fumose e nauseanti di sego e quelle troppo costose di cera, sono costituite da una miscela di acido stearico e palmitico indurita con paraffina. Per ottenere la miscela di acido stearico-palmitico si usa partire dalla saponificazione di grassi animali con un qualsiasi idrato

$$(C_{17}H_{35}COO)_3\,C_3H_5 + 3K(OH) \Longrightarrow 3C_{17}H_{35}COOK + C_3H_5(OH)_3$$

stearina + potassa caustica $\Longrightarrow$ *stearato di potassio + glicerina*

Poi il sapone ottenuto si tratta con un acido che lo libera dal metallo

$$C_{17}H_{35}COOK + HCl \Longrightarrow C_{17}H_{35}COOH + KCl$$

stearato di K + acido cloridrico $\Longrightarrow$ *acido stearico + cloruro di K*

Perciò la prima fase della fabbricazione delle candele è la saponificazione.

I lucignoli, che debbono essere di grossezza conveniente, si fabbricano intrecciando insieme tre spire costituite ciascuna da un determinato numero di fili di cotone ritorti; questi *tréfoli,* possedendo diversa tensione, nel bruciare si piegano: la loro estremità viene a contatto col lembo esterno del mantello della fiamma ove l'aria è abbondante e favorisce la completa combustione del lucignolo. I lucignoli si trattano poi, prima dell'impiego, con acido borico al 3 %: le piccole percentuali di queste sostanze che restano nel lucignolo sono sufficienti a formare (coi composti inorganici, che per impurezza si trovano nel lucignolo stesso o nella candela) dei composti fusibili che non intralciano la regolare combustione, come diversamente avverrebbe.

Per le candele d'uso religioso si adopera la cera d'api, e per quelle di lusso lo spermaceti (grasso di balena raffinato) che dà candele brillanti e semitrasparenti.

In Italia abbiamo pure numerose e buone fabbriche di candele, specialmente di stearina miscelata a paraffina: la loro produzione, in parte notevolissima viene esportata.

6. - **NITRO-GLICERINA.** — Già si è visto che nella saponificazione dei grassi si ottiene come sottoprodotto la glicerina $C_3H_5(OH)_3$ alcool trivalente di cui si è già visto. La glicerina mescolata a bassa temperatura con un miscuglio raffreddato di HNO_3 e H_2SO_4, viene da questo disidratata e da quello trasformata in nitroglicerina.

$$C_3H_5(OH)_3 + 3HNO_3 \Longrightarrow 3H_2O + C_3H_5(NO_3)_3$$
glicerina + acido nitrico ⟹ acqua + nitroglicerina

La nitroglicerina è un liquido denso, oleoso, incoloro, di sapore dolce bruciante, velenoso; esplode facilmente per brusca elevazione di temperatura (sopra i 30°) formando una enorme quantità di gas e di vapori.

Fu scoperta dal Prof. Ascanio Sobrero, a Torino, nel 1847; ma la manipolazione presentava tali pericoli che non si giunse subito alla fabbricazione e utilizzazione industriale. Nel 1863 lo svedese Ing. Nobel, dicesi casualmente (dalla costatazione fortuita che della nitroglicerina versatasi su sabbia, da un recipiente che si era rotto, presentava una certa stabilità) trovò il modo di renderla più maneggevole trasformandola in *dinamite,* cioè facendola assorbire dalla farina fossile, sostanza silicea polverulenta e porosa.

La dinamite è insensibile agli urti, ma esplode con grande violenza se gli viene comunicata l'accensione dal *fulminato di mercurio* ($C_2N_2O_2Hg$) il quale appena percosso esplode e comunica l'accensione agli altri esplosivi a contatto.

Nelle sale in cui si compie la lavorazione della nitroglicerina — che devono essere lontane dall'abitato — delle corde di dinamite tengono ferme delle vasche rovesciabili piene d'acqua: in caso di incendio gli ambienti vengono completamente allagati.

CAPITOLO XLI.

Idrati di carbonio

Gli idrati di carbonio sono corpi ternari (C, H, O) caratterizzati: 1) dal possedere nelle rispettive molecole generalmente un numero di H doppio degli O (nello stesso rapporto che nell'acqua: donde il nome, sia pure improprio, di idrati); 2) dal derivare facilmente gli uni dagli altri, tanto in natura quanto nell'industria.

Generalmente vengono suddivisi in tre gruppi principali oltre ad un quarto d'importanza minore, così chiamati:

polisaccaridi, tra i quali il più notevole è l'*amido,* $C_6H_{10}O_5 = C_6(H_2O)_5$ (1);

disaccaridi, tra i quali il più notevole è il *saccarosio,* $C_{12}H_{22}O_{11} = C_{12}(H_2O)_{11}$;

monosaccaridi, tra i quali il più notevole è il *glucosio* $C_6H_{12}O_6 = C_6(H_2O)_6$;

pentosani, da cui derivano *gomme* e *mucillagini,* $C_5H_{10}O_5 = C_5(H_2O)_5$.

1. - **POLISACCARIDI** (amido e cellulosio).

Hanno la formola generale $(C_6H_{10}O_5)n$ e si chiamano polisaccaridi perché si considerano derivati dalla disidratazione di *n* molecole di monosaccaridi polimerizzati

$$nC_6H_{12}O_6 - nH_2O \Rightarrow (C_6H_{12}O_6)_n - nH_2O \Rightarrow (C_6H_{10}O_5)_n.$$

In natura ciò effettivamente avviene, ad es. con la disidratazione del glucosio (glucosio trasformato in amido animale, o *glicogeno,* e così abbandonato nel fegato per riserva; glucosio prodotto dalle piante con la funzione clorofilliana, rapidamente trasformato in *amido*); ma più spesso, in natura e nell'industria, avviene piuttosto la reazione inversa, perché per idrolizzazione operata sotto l'azione di enzimi (diastasi dei semi, ptialina della saliva, amilopsina del succo

(1) Usiamo quest'ultima formola, per quanto non esatta, solo per comodità didattica.

pancreatico) o mediante ebollizione con acidi diluiti, si scindono in molecole di glucosio (monosaccaride) o di maltosio (disaccaride).

In generale sono insolubili in acqua (e perciò non si può determinare il loro peso molecolare e quindi neppure il valore di *n*) e insipidi (a differenza degli altri che sono generalmente dolci). Sono sostanze diffusissime nel regno vegetale ed hanno grande importanza per l'uomo (alimentazione, abiti); infatti i più notevole sono: l'*amido* e il *cellulosio*.

1. - **AMIDO.** — È il primo prodotto constatabile della fotosintesi clorofilliana secondo la reazione così semplicemente espressa:

$$6CO_2 + 5H_2O \Longrightarrow C_6H_{10}O_5 + 6O_2 \quad (2).$$

Esaminato al microscopio l'amido appare costituito di granuli aventi dimensioni variabili tra 4 e 200 micron (1 micron = 1 millesimo di mm.) e forme diverse secondo le specie vegetali da cui proviene; i granuli sono colorabili in azzurro con lo jodio diluito (tintura di jodio); tale caratteristica colorazione e la forma dei granuli sono ottimi mezzi per distinguere l'amido (es. farina) da altre sostanze, oltre che per riconoscere quel vegetale donde venne ricavata la farina, e perciò per constatare le eventuali adulterazioni.

Si trova in quasi tutte le cellule vegetali, ma predomina in quelle degli organi di riserva dai quali l'uomo lo ricava, e cioè: nei semi di cereali (frumento, granoturco, avena, segale, riso, miglio); in diversi della palma del sagù (= sagù): sempre, però, misto al glútine (sostanza proteica).

Altre sostanze simili all'amido sono: la *lichenina,* contenuta nei licheni, l'*inulina,* nelle radici tuberose della dalia, della cicoria, del soffione, e nei tartufi (adatta per alimentazione di diabetici perché viene trasformato dalla digestione in levulosio assimilabile anziché in glucosio non assimilabile in casi patologici), il *glicogeno,* o amido animale, contenuto quale riserva nel fegato soprattutto di mammiferi.

Insolubile; p. sp. 1,5; igroscopico, polvere ruvida.

Si ricava dalla farina (di frumento) o dalla fecola (di patate) separandolo dal glutine nei seguenti modi: *malassatura* e *putrefazione* del glutine.

1. La *malassatura* consiste nel porre la farina impastata con acqua in un sacchetto di tela e nel far cadere sopra di esso un sottile getto di acqua la quale trasporta i granuli di amido diventando lattiginosa. Proseguendo finché l'acqua passa limpida e raccogliendo tutta l'acqua in una vaschetta, l'amido

---

(2) Tuttavia il fenomeno è più complicato ed è dimostrato che avviene in in questi tre tempi:

$CO_2 + H_2O = HCOH + O_2$ (formazione di aldeide formica).

$6HCOH = C_6H_{12}O_6$ (polimerizzazione dell'aldeide formica in glucosio)..

$C_6H_{12}O_6 - H_2O = C_6H_{10}O_2$ (disidratazione del glucosio in amido).

a poco a poco si sedimenta; nel sacchetto rimane una sostanza azotata molto elastica, la quale, essiccando, diventa dura e fragile, ed è il *glutine*.

Questa operazione si fa in grande scala nell'industria con la farina di frumento.

2. L'amido si può anche far separare approfittando della sua difficile putrescibilità. Sospendendo la farina in molta acqua, il glutine subisce la *putrefazione* dando luogo alla formazione di sostanze solubili di odore sgradevole; e rinnovando più volte l'acqua fino a putrefazione completa del glutine (che con questo processo viene sciupato) resta in fondo il solo amido.

I derivati diretti dell'amido sono i suoi due isomeri: *salda d'amido* e *destrina*.

1°) La **salda d'amido,** che si ottiene facendo bollire l'amido in acqua: i granuli si gonfiano e si rompono; si colora in azzurro con la tintura di iodio anche diluitissima (vedi: carte ozonoscopiche); è usata come pasta da incollare (come avviene quando si lascia troppo cuocere la pasta o il riso!).

2°) La **destrina** si ottiene riscaldando l'amido senza aggiunta d'acqua, ma in presenza di acidi diluiti o di enzimi, fino a 200°; è solubile in acqua diventando una sostanza gommosa e adesiva (usata per dare consistenza alla carta e come gomma); la sua solubilità fa sì che se ne sia potuto trovare il peso molecolare 25920, da cui, sapendo che la molecola fondamentale di $C_6H_{10}O_5$ pesa 162, si ottiene (25920 : 162 = 160) la seguente formola:

$$(C_6H_{10}O_5)_{160}$$

3°) Tutte le specie di amidi, idrolizzandosi sotto l'attività soprattutto di fermenti, danno origine a **glucosio** (monosaccaride), quasi sempre passando attraverso la formazione intermedia di **maltosio** (disaccaride) il quale deriva dalla fermentazione operata dalla diastasi (che nei semi deriva da una trasformazione del glutine durante la germinazione) sulla destrina formatasi in un primo tempo dall'amido.

L'amido serve per ottenere, oltre che i derivati diretti (salda e destrina), il maltosio, il glucosio e gli spiriti (= alcooli), per dare consistenza alla biancheria (= appretto) e come alimentazione (farine, fecole).

2. - **CELLULOSIO.** — Il cellulosio (o cellulosa) è il costituente essenziale della membrana delle cellule vegetali (donde il suo nome) nelle quali talora è pura e flessibile (midollo di sambuco, fibre librose del lino e della canapa, peli di cotone) ma spesso è indurita (nei semi della palma dum e della palma corozo utilizzati appunto per bottoni ecc., sotto il nome di *avorio vegetale*) o addirittura impura per impregnazione di sostanze diverse quali *lignina* (nelle fibre legnose),

suberina (nelle cellule del sughero), *cutina* (nelle cellule dell'epidermide di foglie persistenti), *silice* (nelle diatomee, nella coda cavallina, nelle graminacee), *calcare* (in molte alghe).

La cellulosa pura è solida, amorfa e bianca. Per estrarla dai vegetali si opera diversamente a seconda che si vogliono ottenere le *fibre* da tessere, o la *cellulosa*.

1. - Per separare le fibre (= tiglio) del lino, della canapa e della juta si ricorre alla *macerazione* dei fusti (alla rugiada, all'acqua corrente) che consiste nella solubilizzazione e asportazione delle sostanze incrostanti operata da microorganismi; resta la cellulosa che è meno putrescibile; il tiglio viene poi battuto e cardato. Invece per il cotone bisogna togliere la lanuggine dai semi; la più scadente serve per ovatte. Le fibre, in ogni caso, prima di essere filate e tessute, vengono opportunamente sgrassate con soluzioni diluite di alcali (Na, K) e decolorate con soluzione di ipocloriti.

L'uso delle stoffe di *cotone* fu per molto tempo sconosciuto in Europa. Strabone, parlando dell'India, accenna alla *lana che cresce sugli alberi* della quale si vestivano quelle popolazioni; Plinio, riferendosi all'Egitto, parla della pianta *gossypium* o *xilon* il cui frutto conteneva della lana, riservata alla casta dei sacerdoti. — I Romani vestirono solo di lino e lana — e poi anche di seta — e sdegnarono l'uso del cotone; anche i Cinesi per molto tempo lo aborrirono, ma poi si entusiasmarono della *lana vegetale,* fino al punto di trascurare — in varie regioni — le altre colture, per cui si provocarono terribili carestie e si minacciarono pene di morte per limitare la coltura della pianta.

Di cotone vestivano gli indigeni dell'America al tempo della scoperta (mentre in Europa l'uso era limitato agli stoppini per le lanterne ad olio) e l'uso delle cotonate cominciò a diffondersi quando i Genovesi, verso il 1430, lo esportarono da Smirne e da altri porti nelle Fiandre.

Altre fibre tessili si ricavano dall'*agave sisal,* importante nel Messico e nell'A. O. italiana; dalla *jucca filamentosa;* da una Musa delle Filippine (simile a quella delle banane) la quale fornisce la ben nota « *canapa di Manila* », ottima per gomene di navi e per corde di montagna; da una specie di urtica che dà il *ramiè* della Cina.

2. - La *cellulosa* del legno viene preparata dai tronchi scortecciati (pino, abete, pioppo, acero, ecc.), o per via meccanica — ottenendosi la *pasta di legno meccanica* — mediante sfibratura con mole o raspe, pressatura e poi imbianchimento, o per via chimica — ottenendosi la *pasta di legno chimica* — mediante trattamento con NaOH o con Cl_2 o coi vari metodi combinati. Oltre che per la preparazione della carta (per la quale si adopera pure la cellulosa della paglia, sparto, ecc. oltre agli stracci in varia proporzione) viene impiegata per il rayon.

La cellulosa viene facilmente attaccata da numerosi acidi, basi e sali formando composti e miscele industriali di enorme importanza economica quali: i cotoni per medicazione, la carta pergamena, il

cotone mercerizzato, il collodio, la celluloide, la rayon, il cotone fulminante, le gelatine esplosive, ecc.

1°) Il **cotone per medicazione** è cotone purissimo, sgrassato e asettico, chiamato idrofilo per la proprietà di assorbire grande quantità di liquidi; viene anche preparato con acido fenico, iodoformio ed altre sostanze medicamentose.

2°) **Carta pergamena** (o cartapecora o pergamena artificiale). Si ottiene trattando la carta da filtro o assorbente — cellulosa quasi pura senza la patina superficiale ottenuta con il collaggio di saponi di resina, di caseina ecc. — con H_2SO_4 diluito e poi lavando subito abbondantemente in acqua.

3°) **Cotone mercerizzato** (da I. Mercer che scoperse la proprietà e ne perfezionò il metodo). Si ottiene immergendo il cotone, tenuto stirato, in una soluzione concentrata alcalina (NaOH, KOH); dopo lavaggio acquista un bell'aspetto serico e serve per imitare la seta.

4°) **Collodio.** Trattando leggermente il cotone con una miscela solfonitrica ($3H_2SO_4$ e $1HNO_3$) e sciogliendo il tutto in etere si ottiene il collodio, limpido e vischioso, di odore etereo che spalmato su una superficie liscia, per evaporazione dell'etere, forma una pellicola aderente e impermeabile; viene perciò usato in fotografia (lastre), in medicina (con vari medicamenti per bendaggi), ecc.

5°) **Celluloide.** Si ottiene trattando leggermente il cotone con la miscela solfonitrica e poi mescolando con canfora; rammollita in acqua calda, viene variamente colorata e lavorata. Serve per fabbricare piccoli oggetti di chincaglieria (a imitazione di avorio, ambra, tartaruga, ecc.) e soprattutto per pellicole fotocinematografiche. Gli oggetti di celluloide si infiammano facilmente spandendo odore di canfora.

6°) L'**acetilcellulosa** si ottiene trattando la cellulosa con acido acetico concentrato; non è infiammabile e serve quindi per vernici di aeroplani; inoltre sostituisce ottimamente la celluloide nella fabbricazione delle pellicole cinematografiche.

7°) La **fibra vulcanizzata,** impermeabile, è ottenuta trattando dei cartoni normali con soluzione concentrata di $ZnCl_2$.

8°) **Rayon.** I vari tipi di rayon (seta artificiale è denominazione impropria perché la seta naturale costituita da sostanze proteiche — come la lana — non ha nulla a che fare con la seta artificiale che invece è un derivato della cellulosa) si preparano trattando la cellulosa (pasta di legno oppure cascami delle lavorazioni di cartoni) con soluzione diluita di NaOH (= *seta viscosa*), oppure con miscela solfonitrica alquanto concentrata (= *seta Chardonnet*), oppure con $Cu(OH)_2$ (= *seta Glanzstoff*); in ogni caso le varie rayon risultano in definitiva di cellulosa modificata, compressa, fatta pas-

sare attraverso filiere e ridotta in fili che vengono variamente colorati.

9°) **Cotone fulminante** (o fulmicotone). Attaccando fortemente il cotone con la miscela solfonitrica ad alto grado di nitrazione si ottiene la vera *nitrocellulosa* che costituisce il cotone fulminante (scoperto nel 1846). Ha l'aspetto del solito cotone ma è ruvido, brucia istantaneamente senza lasciare residuo sviluppando una massa enorme di gas, riuscendo così fortemente esplosivo e dilacerante.

10°) **Gelatine esplosive.** Si ottengono sciogliendo in varie proporzioni il cotone collodio (dopo evaporato l'etere) in nitroglicerina; tale è la *balistite;* oppure mescolando opportunamente nitrocellulosa con nitroglicerina.

11°) **Polveri senza fumo.** Si ottengono sciogliendo il collodio in etere etilacetico; dopo averle impastate e compresse per renderle omogenee vengono poi laminate o trafilate e asciugate per ricuperare il solvente.

2. - **DISACCARIDI** (saccarosio, maltosio).

I disaccaridi corrispondono alla formola generale $C_{12}H_{22}O_{11}$; risultano teoricamente, come dice il nome, dalla disidratazione di due molecole di monosaccaridi:

$$2C_6H_{12}O_6 - H_2O \rightleftharpoons C_{12}H_{22}O_{11}$$

Ma in natura, e nell'industria derivano invece piuttosto dalla idrolizzazione di polisaccaridi sotto l'azione di fermenti:

$$2C_6H_{10}O_5 + H_2O \rightleftharpoons C_{12}H_{22}O_{11}$$

e alla lor volta riscaldati con acidi diluiti o per azione di speciali enzimi idrolizzanti (amilopsina) si scindono in monosaccaridi dopo aver assorbito acqua.

$$C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \rightleftharpoons 2C_6H_{12}O_6$$

Così se si fa bollire una soluzione di saccarosio, avendovi prima aggiunto alcune gocce di HCl, il saccarosio dà origine a glucosio + levulosio (ambedue monosaccaridi); si dice allora che il saccarosio si è *invertito* in glucosio + levulosio perché mentre la soluzione primitiva era destrógira, la miscela ottenuta è invece levogira essendo il potere rotatorio levogiro del levulosio maggiore di quello destrogiro del glucosio.

Sono cristallizzabili, solubili in acqua, non assorbibili attraverso i villi intestinali; solo il maltosio può subire la fermentazione alcoolica.

I più importanti sono: il *saccarosio,* o zucchero di canna (canna da zucchero, barbabietola, carrube, acero, sorgo), il *lattosio,* o zucchero di latte, il *maltosio,* o zucchero di malto, che si forma dall'amido (orzo, grano) durante il germogliamento dei semi per azione della diastasi.

Il **SACCAROSIO** trovasi in commercio in *pani* oppure *pilè*, cioè in pezzi, o *semolato*, o a *quadretti*.

Il saccarosio puro fonde a 160° in una massa trasparente e a temperature più alte si *caramelizza* e *carbonizza*.

Gli zuccheri commerciali contengono limitate quantità di zucchero invertito e piccole quantità di ceneri e di umidità; la legge stabilisce che « sotto il nome di zucchero è considerato solo quello della barbabietola e della canna, che non contenga più del 5 % di zucchero riduttore cioè invertito » e inoltre « è proibita la vendita dello zucchero sofisticato con glucosio, saccarina ed altre sostanze organiche o minerali ».

Lo zucchero saccarosio ricavato dalla canna (*Saccharum officinarum*) era noto ai Cinesi da 1000 anni a. C. e Galeno lo considerava come medicinale: l'uso però si diffuse in Europa — considerandosi dapprima solo come surrogato del miele — al tempo delle crociate, venendo importato dalla Persia e dalle Indie; dopo la scoperta dell'America la pianta si diffuse nelle Antille, nell'America centrale, a Giava ecc. da dove si esportò sempre più largamente in Europa.

All'epoca del blocco continentale, venendo a mancare in Francia lo zucchero *coloniale*, cioè quello ricavato dalla canna, Napoleone incoraggiò la coltivazione delle barbabietole essendo stato già dimostrato — sin dal 1747 dal Margraaf — che dalle loro radici poteva venire estratto il saccarosio.

Si fanno esperimenti in Italia per ottenere industrialmente zucchero dalle carrube (Sicilia), come già lo si ottiene (America sett.) dall'acero saccarifero e dal sorgo; ma oggi la maggiore quantità di saccarosio viene ricavata dalla barbabietola (*Beta vulgaris*).

L'estrazione delle barbabietole si compie in *diffusori* attraverso i quali — avendovi poste le radici delle bietole tagliate in sottili *fettucce* e ben pulite — si fa passare dell'acqua a 70° la quale, mentre fa coagulare le sostanze albuminoidi, scoglie il saccarosio esistente insieme ad altre sostanze; e dalla soluzione che si diffonde attraverso le pareti cellulari si ricava poi lo zucchero. Le *polpe* esaurite e pestate servono come foraggio e le *acque di diffusione* — le quali oltre lo zucchero contengono varie impurezze — vengono trattate a caldo con calce spenta la quale trasforma lo zucchero in zuccherato di Ca insolubile che così precipita, insieme alla massima parte delle impurezze; per ulteriore trattamento con CO_2 si forma $CaCO_3$ che precipita e si mescola con le impurezze, mentre in soluzione ritorna il sacarosio. La soluzione viene poi filtrata sotto pressione con nero animale e con SO_2 che la decolorano e fanno precipitare altre impurezze. La soluzione filtrata viene fatta evaporare a bassa pressione e si ottiene zucchero cristallizzato (di 1° getto) e un residuo detto *melassa* da cui ricavasi altre qualità di zucchero che, purificate e decolorate con nero animale e sangue di bue, vengono concentrate nel vuoto e poste in forme coniche nelle quali si formano i *pani di zucchero*.

Contenendo il succo delle barbabietole — oltre il saccarosio — sostanze albuminoidi, mucillaginose e altre ostacolanti la cristallizzazione, sali mine-

rali e acidi organici, questi ultimi tendono a invertire il saccarosio diminuendone la resa. Si rende quindi necessaria la sollecita lavorazione delle barbabietole e il regolare turno per la consegna delle radici agli stabilimenti.

La barbabietola è una pianta bienne ma per l'estrazione dello zucchero viene estirpata alla fine del primo anno: con la selezione si sono ottenute varietà di barbabietole con oltre il 18 % di zucchero mentre le varietà originarie ne contenevano tutt'al più l'8 %.

La massima nostra produzione è data dall'Emilia e dal Veneto, nelle quali regioni esistono 41 delle 53 fabbriche italiane; le fabbriche — come quelle di alcool — sono soggette alla vigilanza permanente degli agenti di finanza per la riscossione della tassa erariale; per le esportazioni sono concessi abbuoni e resituzioni di tassa per i preparati a base di zucchero come conserve di frutta, marmellate ecc.

3. - **MONOSACCARIDI** (glucosio).

Hanno la formola generale $C_6H_{12}O_6$ e derivano quasi sempre dai disaccaridi per riscaldamento in acidi diluiti o fermentazione dei disaccaridi.

I più importanti sono: il *glucosio,* o destrosio, o zucchero di uva; il *fruttosio,* o levulosio, o zucchero delle frutta; *il mannosio* che si ha per moderata ossidazione della mannite (alcool); il *galattosio* che si forma dal lattosio per riscaldamento con acidi diluiti.

Il **GLUCOSIO** (e così quasi tutti i monosaccaridi) è solido, solubile e assorbibile dai villi intestinali; è fermentescibile, potendo cioè subire le varie sorta di fermentazioni:

alcoolica (*Sac. vini*), con formazione di alcool etilico e di CO_2:
lattica (*bacillus acidi lactis*);
butirrica (*bacillus butirricus*);

dando luogo agli acidi rispettivamente lattico e butirrico.

Inoltre è energico riduttore tanto che potendo ridurre il nitrato di argento ammoniacale con separazione di argento, serve per la preparazione di specchi. Trovasi nell'uva matura, nel nettare di molti fiori, in molti frutti e nel miele.

Il *miele* è di composizione variabile secondo la provenienza e si può considerare come uno sciroppo contenente circa il 10 % di saccarosio, circa il 75 % di glucosio e levulosio, piccole quantità di sostanze aromatiche, mannite, destrina ecc. e il resto acqua. Fra i mieli italiani sono pregiati quelli del M. Rosa, del Friuli, del Garda, di Melilli (Sicilia), ecc.

Di glucosio si nutrono i muscoli che per disassimilazione producono acido lattico, il quale, quando è in eccesso (per eccesso di fatica o per insufficiente eliminazione da parte del sangue) determina la stanchezza.

Si ottiene industrialmente partendo da sostanze amilacee scaldate con H_2SO_4 diluito; avvenuta la trasformazione si precipita

l'acido con calce si filtra e si concentra la soluzione impedendo la ulteriore fermentazione alcoolica.

È usato, oltre che in pasticceria (marmellata, canditi, caramelle ecc.) e per gli specchi, per dare l'appretto ai tessuti, nella concia e per zuccherare mosti.

Un altro composto importante, corrispondente pure alla formola grezza $C_6H_{12}O_6$ e pure di sapore dolce (ma che non è un vero zucchero) è l'*inosite* che si trova nei muscoli, nel fegato, nelle ghiandole animali, nei succhi vegetali (piselli e fagiuoli) esplica una funzione fisiologica importante. Dall'inosite derivano poi l'*acido fitinico* e la fitina (= fitinato di Ca, Mg, K) usata come ricostituente.

Nulla a che fare con gli zuccheri ha la *saccarina* che differisce enormenente da essi anche per la formola e la struttura. (Vedi: Derivati del benzolo).

4. - **PENTOSANI** (gomma arabica).

Hanno la formola generale $C_5H_{10}O_5$; sono corpi analoghi, anche per le proprietà collanti, alla destrina (amidi) e quasi tutti derivano da secrezioni di alberi o comunque di vegetali. I principali sono: la gomma arabica (secrezione di acacie nelle regioni aride); la mirra, l'incenso, molte sostanze adesive come la gomma del ciliegio, altre sostanze che si gonfiano con acqua dando mucillaggini. Servono come collanti e adesivi.

Conclusione. — Nei corpi appartenenti alle prime tre categorie degli idrati di carbonio si ha una derivazione reciproca, in natura e nell'industria con la prevalenza tuttavia di quella dai poli- ai monosaccaridi. Così si è visto il passaggio dall'*amido* al *maltosio* e da questo al *glucosio;* la trasformazione consiste essenzialmente in un assorbimento di acqua:

$$2C_6(H_2O)_5 + H_2O \Longrightarrow C_{12}(H_2O)_{11}$$
$$C_{12}(H_2O)_{11} + H_2O \Longrightarrow 2C_6(H_2O)_6$$

che avviene o per riscaldamento in presenza di acidi diluiti o per azione di enzimi, vale a dire di fermenti, sia che questi vengano prodotti da microorganismi estranei (Saccaromiceti), sia che vengano prodotti dallo stesso vegetale (diastasi dei semi), o da animali (amilopsina. ptialina).

I monosaccaridi alla lor volta possono poi subire altre fermentazioni e dare così origine ad altri composti; così dalla fermentazione alcoolica del glucosio si ha l'alcool etilico, ecc.

CAPITOLO XLII.

Esplosivi

Gli esplosivi si possono considerare come combustibili; tanto che, mentre le combustioni ordinarie diventano esplosioni solo nell'aria limitata (*grisou* nelle gallerie, gas povero nei motori a scoppio), i veri esplosivi possono bruciare tranquillamente all'aria se all'espansione dei gas prodottisi non si oppone la resistenza di un involucro.

Gli esplosivi si distinguono in *propulsori* e *dirompenti* (laceranti) secondoché servono a dare impulso ai proiettili o a far distaccare delle rocce, oppure servono a rompere gli involucri; in questo caso lo sviluppo dei gas è più rapido e violento.

Secondo la composizione si distinguono: le *polveri,* miscugli intimi di componenti ossidanti e componenti combustibili; gli *esplosivi nitrati,* dati essenzialmente da composti chimici definiti e contenenti gli elementi per la combustione in assenza di aria; i *detonatori,* composti endotermici che si fanno decomporre esotermicamente con l'urto, e servono a provocare l'accensione degli altri esplosivi. Si preparano poi dei miscugli svariatissimi fra i diversi tipi talvolta con aggiunta di sostanze inerti, stabilizzanti, ecc.

La fabbricazione della *polvere nera* (pirica) comprende la macinazione di carbone leggero, di zolfo raffinato e di salnitro; la macinazione del miscuglio completo, e inumidito, nelle proporzioni convenienti; la compressione in umido; la triturazione ed essiccazione; la grafitazione superficiale dei granuli (per diminuire la igroscopicità); la stacciatura.

Sostituendo al KNO_3 il $NaNO_3$ si hanno le polveri assai più igroscopiche (per pronto uso) e con il $(NH_4)NO_3$ si hanno *polveri senza fumo* formandosi nella combustione dei composti completamente volatili e non K_2S che è solido; il $KClO_3$ dà effetti laceranti, non è quindi usato nelle polveri per armi da fuoco perché si romperebbero le canne.

Le *dinamiti* sono a base di *nitroglicerina* fatta assorbire dalla farina fossile o da altri assorbenti inerti, come argilla, creta, $MgCO_3$, da combustibili (carbone, farine torrefatte, zolfo), da ossidanti e anche da altri esplosivi come amido nitrato, ecc. Altra preparazione importante è quella delle *gelatine esplosive* e delle *gelatine dinamiti,*

più stabili e più esplosive ottenute mediante aggiunta di circa il 10 per cento di cotone collodio, di minori quantità di canfora (come stabilizzante) e di altre sostanze secondo i tipi.

La nitrazione del cotone od anche della pasta di legno chimica (in ogni caso prodotti depurati e secchi) per trattamento col miscuglio solfonitrico può portare — secondo la temperatura e la durata dell'immersione — alla formazione del *cotone collodio* od a quella del *cotone fulminante* che vengono usati negli esplosivi da scoppio sia da soli e sia mescolati con acido picrico, tritolo ecc.

Il detonante più usato è il *fulminato di mercurio* $C_2N_2O_2Hg$, il quale si prepara trattando con precauzione Hg, HNO_3 ed alcool; disseccato si presenta in aghi sericei, esplode violentemente anche per debole attrito, e si usa negli inneschi mescolato a clorato, nitrati, polvere di vetro, ecc.

L'uso del nitro, tanto diffuso in natura, per la preparazione di miscele incendiarie o per fuochi pirotecnici, dev'essere abbastanza antico. Il *fuoco greco* o di *Callinico* (architetto di Eliopoli che lo avrebbe insegnato ai Greci nel 763) era ottenuto con un miscuglio di sostanze resinose, o catramose, e nitro, e l'invenzione della polvere si fa risalire ai Cinesi dai quali l'avrebbero appresa gli Indiani e poi gli Arabi; al monaco francescano *Bernardo Schwarz* di Friburgo (1330) si può attribuire il perfezionamento nella preparazione della polvere e quello di armi primitive per il lancio dei proiettili.

Il successivo perfezionamento della giusta dosatura della polvere, che doveva trasformare radicalmente l'arte della guerra e far tanto progredire l'arte mineraria, avvenne in epoche posteriori; ma l'industria degli esplosivi ebbe maggiore impulso specialmente dopo le invenzioni del cotone fulminante (*Schönbein,* 1846), della nitroglicerina e della dinamite (*Sobrero,* 1847; *Nobel,* 1869), nonché del fulminato (*Howard,* 1899).

La temperatura di accensione dei vari esplosivi è varia, e ad es. quella della polvere da sparo è di circa 270°; è pure vario il numero di calorie sviluppate nell'accensione, e ad es. per ogni chilogrammo dei seguenti esplosivi secondo *Rout* e *Sarrau* si ottengono:

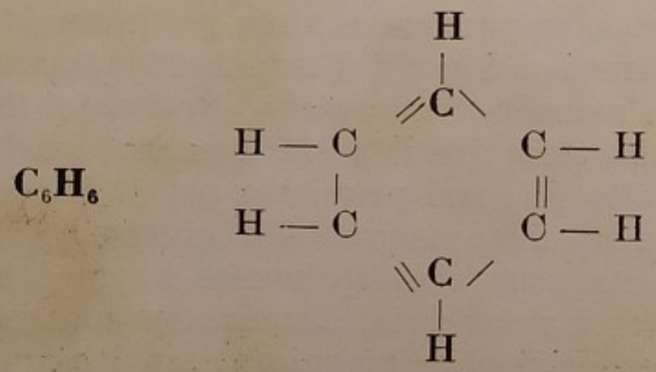
Polvere da sparo:	766	Cal.	corrisp. a	337.000 kgm.;
clorato di K	2150	»	» a	776.400 »
picrato di K	1820	»	» a	776.000 »

Secondo l'uso si distinguono: *polveri da guerra,* oramai solo usate per le cariche di lancio (in granuli più grossi per cannone, in granuli più piccoli per fucili); *polveri da caccia,* più nitrate; *polveri da mina,* meno nitrate; *polveri senza fumo* per lo più a base di NH_4NO_3 e vari tipi con nitroglicerina, cotone-collodio, picrati ecc.; *esplosivi di sicurezza* o *senza fiamma,* pure a base di NH_4NO_3, più stabili ed usati nelle miniere dove si svolgono gas accendibili; *esplosivi da scoppio,* per mine o riempimento di bombe, proiettili, siluri; *alti esplosivi,* che esplodono solo coi detonatori.

CAPITOLO XLIII.

I composti fondamentali della serie ciclica

I composti della *serie ciclica* sono caratterizzati, come dice il nome, dall'avere gli atomi di carbonio tra loro legati a costituire un anello chiuso; si chiamano anche della *serie del benzolo* perché si possono supporre tutti derivati fondamentalmente dal benzolo;



si chiamano inoltre della *serie aromatica* perché la maggior parte posseggono odore gradevole e penetrante. Industrialmente derivano quasi tutti dalla distillazione del catrame (di carbon fossile). Hanno grandissima importanza nella chimica odierna soprattutto nelle industrie dei colori (aniline), di alcuni esplosivi (toluolo) e di moltissimi medicinali (benzonaftolo).

1. - **BENZOLO** C_6H_6. — Liquido incolore, mobile, quasi insolubile in acqua, si mescola ottimamente con alcool e con etere. Buon solvente di resine e di grassi. È contenuto in piccolissime quantità nella benzina la quale però è essenzialmente una miscela di idrocarburi della serie grassa, ottenuta per distillazione del petrolio.

Dal benzolo, per sostituzione di uno o più atomi di idrogeno con altri atomi o con gruppi particolari si possono far derivare tutti i numerosissimi composti della serie aromatica. Se la sostituzione avviene per un solo atomo, si ha un sol composto nuovo derivato; se invece la sostituzione avviene per due o più atomi, si possono avere tre isomeri di posizione: *orto, meta, para,* come si è visto e come si vedrà fra poco.

2. - **TOLUOLO** (o toluene, o metilbenzene, o metilbenzolo). — $C_6H_5CH_3$. Si ottiene raccogliendo quanto si distilla dal catrame a 110°.

Due suoi importanti derivati sono: il *trinitrotoluolo* (o tritolo o trotile $C_6H_2.CH_3.(NO_2)_3$, uno dei più energici esplosivi di sicurezza che si conoscano, stabile agli urti; e la *saccarina*, ottimo dolcificante (potere 500 volte maggiore del saccarosio), ma non altrettanto igienico, permesso dalla legge italiana solo per dolcificare cibi per i diabetici e nelle medicine antifermentative.

3. - **XILOLO** (o xilene, o dimetilbenzene, o dimetilbenzolo). $C_6H_4(CH_3)_2$. — Esiste nei tre isomeri aventi proprietà fisiche diverse:

C_6H_4 (CH_3 (1), CH_3 (2)) — *orto*xilolo

C_6H_4 (CH_3 (1), CH_3 (3)) — *meta*xilolo

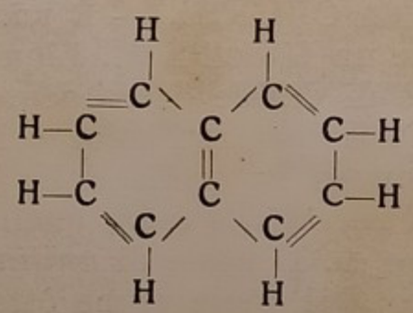
C_6H_4 (CH_3 (1), CH_3 (4)) — *para*xilolo

In commercio viene generalmente venduta una miscela dei tre che va sotto il nome di *psilolo*.

Il nome xilolo (*xilos* = legno) deriva dal fatto che prima si ricavava distillando la lignite.

Serve per ottenere sostanze coloranti.

4. - **NAFTALINA** $C_{10}H_8$



Risulta dalla condensazione di due molecole di benzolo. È solida e bianca, untuosa al tatto. Serve contro le tarme e costituisce la base di molte sostanze coloranti, come d'altronde l'*antracene* e il *fenantrene* derivati pure essi dalla condensazione di 3-4 molecole di benzolo.

5. - **NITROBENZOLO** $C_6H_5NO_2$. — Liquido giallognolo di intenso odore di mandorle amare (donde il nome: *falsa essenza di mandorle amare* o *essenza di Mirbano*) per cui è impiegato nella bassa profumeria, oltre che per preparare colori.

6. - **FENOLO** (o acido fenico) C_6H_5OH. — Allo stato puro si presenta in cristalli igroscopici e caustici rossastri d'odore acuto. È usato come energico disinfettante (in soluz. al 3 %) e per preparare vari colori, la bachelite e molte altre sostanze organiche direttamente derivate. Dalla formola potrebbe sembrare un idrato; in realtà possiede proprietà acide. Il suo radicale $-C_6H_5$ chiamasi *fenile*. Fu scoperto dal Runge nel 1834 e prese il nome da *fáino* = appaio e illumino, perché ottenuto tra i sottoprodotti del gas illuminante.

7. - **IDROCHINONE** $C_6H_4(OH)_2$. È un difenolo (possedendo due ossidrili) e serve come sviluppatore in fotografie per le sue proprietà riducenti.

8. - **CRESOLO** $C_6H_{14}.CH_3.OH$. Si hanno tre isomeri, *orto, meta, para,* a seconda che OH trovasi in posizione 2, 3, 4. Hanno potere disinfettante come il fenolo ma del quale sono meno velenosi e meno irritanti; usati nella preparazione di saponi disinfettanti. Si ricavano dalla distillazione del catrame. Oltre ai tre isomeri, si hanno numerosi derivati e numerose miscele tra cui sono notevoli la *creolina* (miscela dei tre isomeri) e il *creosolo* che si ottiene dalla distillazione del catrame del legno di faggio, usatissimi ambedue nelle disinfezioni.

9. - **NAFTOLI** $C_{10}H_7OH$. — Sono fenoli corrispondenti alla naftalina. Notevoli l'α-*naftolo* e il β *naftolo,* usati come disinfettanti interni e per la produzione di sostanze coloranti, così chiamati a seconda della posizione dell'OH nella molecola della naftalina.

10. - **TRINITROFENOLO** $C_6H_2(NO_2)_3OH$, detto anche *acido picrico;* è un esplosivo di sicurezza e frantumante; puro è in scaglie gialle; le sue soluzioni sono gialle e amarissime ed è per questo che, contro la legge, viene spesso usato in piccole quantità per dare sapore amaro e il color giallo alla birra in sostituzione del luppolo. Dall'acido picrico derivano i *picrati,* pur essi esplosivi.

11. - **ANILINA** $C_6H_5NH_2$. — È una *fenilamina* perché il radicale fenile sostituisce un H dell'NH_3. Liquido oleoso incolore che imbrunisce all'aria; è di debole odore acuto speciale e serve per la preparazione di molte sostanze coloranti artificiali.

La prima sintesi fu quella della *porpora d'anilina* (*mauve* fr.) fatta da Perkin nel 1856 e seguì quella del Verquin, nel 1859, della *fucsina* (o *magenta*). Il nome di *anilina* deriva da *anil,* nome portoghese dell'indaco, dal quale venne ottenuta per distillazione da Unverdoben nel 1826. Nel 1843 Hofmann dimostrò l'identità dell'anilina ottenuta dall'indaco col prodotto ricavato dal catrame.

CAPITOLO XLIV.

Colori e sostanze coloranti

È opportuno un riassunto sui *colori* per collegare quelli che in vari punti sono stati accennati.

Nella tecnica si fa distinzione fra *colori* e *sostanze coloranti*: per **colori** s'intendono sostanze per lo più minerali e insolubili (*che hanno corpo*), e servono a rivestire gli oggetti di uno strato più o meno spesso; invece le **sostanze coloranti** sono per lo più sostanze organiche e solubili (*che non hanno corpo*), e penetrano negli oggetti potendo però formare ad es. con le fibre tessili, magari per mezzo di opportuni *mordenti* (1), dei composti insolubili.

I colori vengono fissati per mezzo di opportune sostanze adesive che talvolta hanno pure lo scopo di attenuare e graduare le tinte; e secondo i vari eccipienti si avranno *colori alla calce* (che si fissano con latte di calce), all'*acquarello* (con acqua gommosa), alla *caseina*, al *silicato di sodio* (o meglio *di potassio*), a *pastello* (con caolino e gomma) a *tempera* (con gelatina e colla), a *olio* (con *olii essiccativi*), a *smalto* (con sostanze fuse).

Si fa pure distinzione fra *colori naturali* (pei quali basta una opportuna cernita, macinazione, stacciatura ecc.) ed *artificiali*. Secondo le colorazioni impartite si hanno colori bianchi, azzurri, gialli.

Le sostanze coloranti appartengono a una delle tre seguenti categorie: derivati da *composti inorganici;* derivati da *organismi*, animali o vegetali; derivati dal *catrame* (una volta detti unicamente *colori d'anilina*).

1. - **COLORI DERIVATI DA COMPOSTI INORGANICI.** — I **colori bianchi** più usati sono la *biacca* [$2PbCO_3.Pb(OH)_2$] preparata con vari metodi, il *b. di barite* ($BaSO_4$ naturale o artificiale, sottoprodotto della preparazione dell'H_2O_2), il *b. di zinco* (ZnO, sottoprodotto

(1) Si chiamano *mordenti* quelle sostanze di cui vengono impregnate le fibre prima della coloritura e che formano poi con i colori comuni delle *lacche* e cioè dei colori insolubili. Si hanno mordenti inorganici (allume, acetato di alluminio, ecc.) e organici (tannino, olio di ricino, colla, caseina, albumina).

dell'estrazione dello Zn e dalla sua combustione), il *litopone* o *biacca di zinco* (miscela di ZnS e $BaSO_4$), i *b. di titanio* (TiO_2).

I **colori rossi** principali sono il *cinabro* o *vermiglione* (HgS), il *minio* (Pb_3O_4), il *rossetto* o *colcotar* (Fe_2O_3, dell'arrostimento di piriti); il rossetto si ha anche nelle *terre rosse* o *ocre rosse* variamente mescolate.

I **colori gialli** più usati sono il *g. di cromo* ($PbCrO_4$ e $BaCrO_4$), il *g. di cadmio* o *g. brillante* (CdS), il *g. di stagno* o *oro musivo* (SnS_2), l'*orpimento*, auri pigmentum (As_2S_3).

I **colori azzurri** principali sono l'*oltremare* (Na_2CO_3, caolino e zolfo), il *blù di Prussia* ($FeCl_3$ e ferrocianuro di K) e l'*azzurro di cobalto* (fosfato di cobalto e allumina).

I **colori verdi** si ottengono con colori gialli e azzurri ed altri *colori di miscela* sono gli **aranciati** (da gialli e rossi) e i **violetti** (da rossi e azzurri). Fra i verdi naturali si hanno le *terre verdi* (a base di sali ferrosi mescolati a silice e allumina) e fra quelli artificiali quelli a base di rame cromo (3).

I **colori bruni** sono dati da varie specie di torbe (*terra di Colonia*) finemente macinate, o da fosfati o da fuliggine; i **neri** sono dati da carbone (distinguendosi in *n. di faggio*, di *nocciuolo*, di *sughero*, d'*avorio*, d'*ossa* e specialmente il *n. fumo*) e anche da *grafite*.

I **colori metallici** sono ricavati, in polveri finissime, da residui di lavorazione di metalli e leghe (Au, Ag, Cu, Sn, bronzi, similori ecc.)

2. - **SOSTANZE COLORANTI NATURALI DERIVATE DA ORGANISMI** sono: il *campeggio*, estratto dal legno dell'*haematoxilon campechianum* del Messico, dal quale si ricava l'*emateina*, colorante rosso usato per la tintura dei cuoi e per la preparazione di inchiostri; l'*indaco*, estratto dall'*indigofera tinctoria*, bella sostanza colorante azzurra, usata per ogni specie di fibra e che ora si prepara quasi esclusivamente per sintesi (1); la *robbia* dalla *rubia tinctoria*, già estesamente coltivata in Francia, Germania e anche in Toscana, avente come principio colorante l'*alizarina*, che viene preparata anche sinteticamente.

Vengono pure usati: l'*oricello*, estratto dalla *Roccella tinctoria*, lichene delle rocce costiere; il *legno giallo* della *Maclura tinctoria*; il *legno rosso* del Brasile o di Pernambuco che dà lacche colorate intensamente in rosso; il *cacciù* o *catecù* o *terra cattù* estratto

---

(2) L'indaco si usava in oriente dalla più remota antichità e si esportava in Egitto dove si sono trovate delle mummie della 18ª dinastia (1580 a. C.) avvolte in indumenti tinti con indaco: e lo usarono anche i Greci e i Romani. Dopo la prima sintesi del Bayer e collaboratori (1882) riuscì ai tecnici della *Società badese di Anilina* — verso il 1890 dopo vari anni di infruttuoso lavoro — di fare la concorrenza all'indaco naturale delle Indie inglesi, dove la produzione da 90.000 q. nel 1892, discese a 30.000 q. nel 1922.

dall'*Acacia catecù*, da cui si ricava la tinta kaki per vestiti coloniali, ma usato anche come astringente e nella concia tannica.

Fra i coloranti d'origine animale sono da notare il *rosso carminio*, da cocciniglie del Messico ecc., e la *porpora* da una ghiandola di vari *Murex*, il rosso di molte pitture di Pompei.

3. - **SOSTANZE COLORANTI SINTETICHE DERIVATE DAL CATRAME.** — Vengono distinte in *basiche*, combinazione di basi organiche più o meno complesse con HCl e H_2SO_4; *acide*, da composti inorganici di natura acida con basi inorganiche; *sostantive*, se si fissano direttamente senza bisogno di mordenti sulle fibre vegetali per le quali sono specialmente indicate.

Sono notevoli le *safranine*, il *blu di metilene*, il *carminio d'indaco*, il *blu* ed il *nero di anilina*, il *violetto metile R*, il *giallo Martius*, l'*aurantia*, il *verde solido*, il *verde naftolo*, l'*azzurro vittoria*, le *rodamine*, le *tioflavine*. Non si usano nomi indicanti la costituzione chimica — sarebbero troppo lunghi — e le lettere che talvolta seguono stanno a indicare graduazioni di tinta (R volgente al rosso, B volgente al blu) e talvolta le fibre per le quali sono adatte (W — *wolle* — per la lana, B — *baumowolle* — pel cotone).

La colorazione è poi legata a gruppi caratteristici, esistenti nelle loro molecole, e che sono detti *gruppi cromofori*, come ad es. i seguenti: $—NO_2$, $=CS$, $\gtrless CN—$, $—N_2\lesssim$, $CO=$, $C_2\equiv$.

Le sostanze coloranti vengono poi classificate dalle sostanze — spesso incolore — che servono di punto di partenza, e così si hanno i derivati dell'anilina, del fenolo, della naftalina, dell'antracene.

Le qualità che si richiedono ai colori sono: la *solidità* o inalterabilità alla luce (e cioè non devono *smuntare*); l'*inalterabilità agli alcali* — se devono venire lavati — e agli *acidi*, dovendosi tener conto di ciò nelle miscele con calce, ecc.; il *potere coprente* e cioè la capacità di coprire in strato quanto più sottile le colorazioni sottostanti.

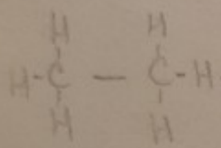
Fra i bianchi ha massimo potere coprente la biacca, e per i colori poco coprenti, come la calce, occorrono più *mani* per ottenere la tinta voluta.

Per i riguardi igienici bisogna tener conto della *velenosità* e vari igienisti vorrebbero assolutamente bandita la biacca per i pericoli cui possono dar luogo i lavori di preparazione. Sono proibiti i verdi a base di arsenico per stoffe, tappezzerie, fiori artificiali, oggetti di cartoleria ecc.; e per i generi alimentari (R. D. 7 gennaio 1923) nonchè per le sostanze che devono venire in loro contatto, sono consentiti i colori naturali — clorofilla, zafferano, curcuma, colori di frutta e radici commestibili ecc., e le relative lacche di alluminio — venendo consentiti anche vari colori sintetici riconosciuti innocui come il giallo naftolo S, il verde luce, il rosso Vittoria, l'eosina, il ponceau 6R, il violetto metile, il carminio d'indaco ecc.

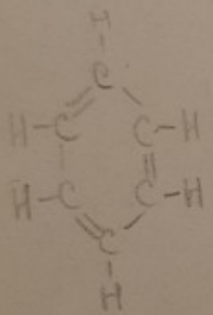
CAPITOLO XLV.

Aldeidi e acidi aromatici - Oli essenziali

Come per la serie grassa, così per la serie aromatica esistono, oltre gli idrocarburi, gli alcooli, le aldeidi e gli acidi. Ecco uno schema di confronto



serie grassa	C_2H_6	CH_3CH_2OH	CH_3COH	CH_3COOH
	etano	*alcool etilico*	*aldeide acetica*	*acido acetico*
serie aromatica	C_6H_6	$C_6H_5.CH_2OH$	$C_6H_5.COH_2$	$C_6H_5.COOH$
	benzolo	*alcool benzilico*	*aldeide benzoica*	*acido benzoico*



Vediamo i principali.

1. - **ALDEIDE BENZOICA** C_6H_5COH. — È la *vera essenza di mandorle amare,* e si trova nei semi di pesche, ciliegie,ecc. In detti semi è associata a HCN (= acido cianidrico), velenosissimo. Si calcola che 60 mandorle amare costituiscono una dose tossica. Usata in profumeria.

2. - **ACIDO BENZOICO** C_6H_5COOH. — È un solido facilmente sublimabile. Deve il suo nome al *benzoe,* pianta balsamica (*Styrax benzoin* del Siam e dell'Indonesia) dalla quale per incisioni della corteccia si fa colare il *benzoino,* resina di odore gratissimo (nella quale l'acido benzoico è mescolato a vari eteri complessi) largamente usata in profumeria per suffumigazioni, per impregnare legni, ecc. A sua volta ha dato il nome al *benzolo* che in un primo tempo veniva ricavato dall'acido benzoico.

Serve per preparare sostanze coloranti. I suoi sali benzoati sono molto usati in medicina; così il benzoato di ammonio ($C_6H_5COO.NH_4$) contro le affezioni delle vie respiratorie.

3. - **ACIDO SALICILICO** $C_6H_4.OH.COOH$. — Serve per preparare profumi, sostanze coloranti, come antisettico (proibito l'uso per la conservazione di sostanze alimentari come conserva di pomo-

doro, di ortaggi, ecc.). Il nome deriva dal fatto che nella scorza e nelle giovani foglie di salice trovasi una sostanza detta *salicina* che è un glucoside, cioè un composto complesso di glucosio e di saligenina dalla quale ultima ha appunto origine l'alcool salicilico.

I suoi sali *salicilati* sono usati come antireumatici; tali il *salolo* (o salicilato di fenolo $C_6H_4OHCOO.C_6H_5$).

4. - **ACIDO GALLICO** $C_6H_2(OH)_3.COOH$. — Trovasi nelle noci di galla (donde il nome!), nel sommaco, nel quebracho (del Paraguay), nella quercia vallonea, nelle foglie di the, quasi sempre insieme con l'acido tannico. Serve per preparare gli inchiostri.

5. - **ACIDO TANNICO.** — È derivato dall'acido gallico con il quatrovasi mescolato nei vegetali (corteccie, frutti), Si hanno diverse specie e si dicono semplicemente *tannini.* Tutti i tannini hanno sapore astringente e vari di essi sono usati nella concia delle pelli perché combinandosi con le albumine (del derma) formano composti insolubili e imputrescibili.

6. - **OLÎ ESSENZIALI.** — Appartengono a questa categoria un gran numero di composti organici, di formole talora assai complesse, talora anzi più miscele che non veri composti. Sono sostanze d'origine vegetale che danno il profumo ai fiori o ad altre parti di varie piante. Alcuni sono liquidi, altri solidi, ma tutti più o meno volatili. Ei ricavano industrialmente dai vegetali, ma di molti si è riusciti a ottenerne la produzione sintetica. Possiamo distinguere due gruppi: i *terpéni,* generalmente liquidi, e le *resine,* solide.

1°) **Terpeni.** I terpeni più noti sono:

il *cimolo,* ricavato dall'eucalipto e dal timo;

il *citrene* e il *limonene* contenuti nelle bucce degli agrumi e nelle foglie di limoncina (o erba luigia);

il *mentolo,* contenuto nelle foglie della Menta piperita; il *geraniolo* nelle foglie di geranio; la *vanillina* nei frutti di vaniglia; l'*anetolo,* nell'anice.

2°) **Resine.** Le più note sono:

la *canfora,* ricavata dai rami e dalle foglie di *Laurus camphora* (grandi coltivazioni a Formosa), ma oggi prodotta sinteticamente in concorrenza, e usata in farmacia (olio canforato), nelle case contro le tarme, nell'industria della celluloide (pellicole foto-cinematografiche);

l'*incenso,* la *mirra* e la *gomma arabica*, il *benzoino,* ricavate da alcune acacie e da altri vegetali dei terreni stepposi (Ogaden, Arabia);

il *caucciù,* contenuto nel lattice del *ficus elastica* (India), di alcune liane del Congo ma, soprattutto, nella *Hevea brasiliensis,*

largamente coltivata a Singapore e nella Indonesia; il lattice coagulato viene poi purificato e reso più resistente con trattamenti a base di zolfo (= gomma vulcanizzata); aumentando la quantità di zolfo si ottiene la *ebanite;* oggi in Germania e in Italia si produce caucciù sintetico (1).

la *guttaperca* e la *coppale*, ricavate dal lattice di alcune piante tropicali;

la *trementina*, che è la comune resina delle conifere; essa cola da incisioni delle corteccie dei pini e di altre conifere; *distillata* in corrente di vapor d'acqua dà l'*essenza di trementina* volatile e infiammabile (è detta anche *acqua ragia*: da non confondere con l'*acqua regia!*) la quale è costituita prevalentemente dal terpene *pinene*. L'acqua ragia viene usata per preparare vernici e colori a olio, per sgrassare, per sciogliere la gomma elastica, in medicina per inalazioni contro le affezioni delle vie respiratorie ecc. Il residuo della distillazione della trementina è la *colofonia* o *pece greca* che viene usata per preparare vernici, ceralacca (fondendola con colori minerali, — ad es. cinabro — insieme ad altre resine), saponi di resina (sciolta in alcali), in pirotecnica ecc.

Una resina fossile è l'*ambra gialla* i cui granuli spesso includono insetti fossili. Dal nome greco *elektron* dall'ambra gialla derivò il nome di elettricità per la prima esperienza eseguita dal filosofo Talete (600 a. C.) per cui l'ambra strofinata acquista la proprietà di attirare — quasi « come per un soffio » — i corpi leggeri.

---

(1) Si pensi ai tre grandi composti sintetici odierni: petrolio, canfora, caucciù, oltre ai composti sintetici di azoto. In tal modo l'Uomo tende a svincolarsi, fin che gli è possibile, dalla dipendenza diretta dei prodotti naturali composti, per dipendere solo da quelli semplici, enormemente più diffusi sulla Terra.

CAPITOLO XLVI.

Sostanze organiche azotate alcaloidi, sostanze proteiche ecc.

Riuniamo in questo ultimo capitolo la maggior parte dei corpi organici che contengono anche N oltre a C, H, e, quasi sempre, O. Per semplificare distingueremo tre categorie: *alcaloidi, sostanze proteiche, azotati vari.*

1. - **ALCALOIDI.** — Gli alcaloidi sono sostanze organiche azotate elaborate da varie piante. Tutti gli alcaloidi esplicano azioni fisiologiche intense, caratteristiche per ciascuno; sono perciò più o meno velenosi (in dosi limitate costituiscono invece rimedi eroici); dànno reazione alcalina e hanno sapore amaro. Si combinano con gli acidi sommandosi a questi e formando così dei composti solubili (es. *cloridrato di morfina*) e sotto tale forma si trovano spesso nei vegetali e sempre vengono impiegati in terapia.

Di molti alcaloidi si conosce la costituzione che è stata chiarita per decomposizione graduale delle molecole; e riconosciuti poi i vari prodotti delle decomposizioni, si sono potuti ricostruire — dopo lunghi lavori — gli alcaloidi stessi e se ne sono preparati anche dei nuovi.

Fra gli alcaloidi più importanti, usati come estratti dalle relative droghe, o pure, ed in ogni caso opportunamente salificati, ricordiamo i seguenti:

La *morfina*, sedativo potente e ipnotico; la *codeina*, sedativo nelle affezioni bronchiali, ed altri estratti dall'oppio, lattice che sgorga da incisioni praticate sulle capsule verdi del *Papaver somniferum*, coltivato specialmente nelle regioni orientali; la *stricnina*, stimolante dei centri nervosi e delle contrazioni muscolari, e la *brucina*, tonico stimolante, ricavata dalla noce vomica; la *cocaina*, anestetico e analgetico, ricavato dalle foglie della coca boliviana (Eritroxylon coca); la *coniina*, dalla cicuta (Conium maculatum);

l'*atropina*, midriatico (= che dilata le pupille), ricavata dalle bacche di belladonna, erba velenosissima per i suoi frutti; l'*aconitina*, dalle piante di aconito, pianta comunissima nei pascoli alpini nei quali spicca per i suoi vivaci fiori azzurri o gialli; la *chinina*, febbrifuga e antimalarica, e la *cinconina*, che vengono ricavate dalla corteccia della China calisaia. Sono diventate poi, si può dire, di uso comune, la *caffeina*, la *teofillina*, la *teobromina* e la *nicotina*, alcaloidi rispettivamente del caffè, del thè, del cacao e del tabacco.

Poiché gli alcaloidi vengono in generale precipitati dal tannino, come antidoto nei casi di avvelenamento per alcaloidi, si usa somministrare caffè e thè forti (contenenti molto tannino).

Agli alcaloidi per alcune proprietà si ricollegano i **glucosidi** i quali tutt'altro che dolci, come indicherebbe il nome, sono invece amari e venefici potendo invece essere, in dosi limitate, dei rimedi. Il nome di glucosidi indica che le molecole di questi composti — per azione di enzimi speciali che pure si trovano nelle piante — si scindono in una o più molecole di glucosio e in altri corpi.

I principali glucosidi sono: la *salicina*, della corteccia del salice, che si scinde in glucosio e saligenina (alcool corrispondente all'acido salicilico); la *amigdalina*, dei semi di mandorle amare e di altri frutti, che si scinde in C_6H_5COH (vera essenza di mandorle amare) + 2 glucosio + HCN al quale è dovuta la velenosità; l'*indacano*, dell'*indigofera tinctoria* che si scinde in glucosio + indacano (incoloro), il quale ossidandosi all'aria dà l'indaco azzurro; le *digitaline* (della digitale, usata come cardiotonico), che si scindono in uno zucch. speciale e in tre principi attivi; le *solanine* che danno il sapore amaro alle patate germoglianti e si trovano pure in altre solanacee.

2. - **SOSTANZE PROTEICHE.** — Le sostanze proteiche sono i costituenti chimici principali degli organismi animali e vegetali; contengono C, H, O, N e talvolta anche S e P. Hanno peso molecolare molto elevato: da 5000 a 17.000; la formola, ad es., dell'albumina dell'uovo, che è fra le meno complesse, sarebbe $C_{230}H_{286}O_{78}N_{58}S_2$; sono d'altronde tutti composti molto simili fra loro. Sono amorfe, per la maggior parte insolubili in acqua; formano invece piuttosto delle soluzioni colloidali soprattutto in presenza di acidi, sali e basi molto diluite. Si possono dividere nei seguenti tre gruppi principali: albumine, albuminoidi, proteine varie.

1. **Albumine.** — Le più importanti sono: l'*ovoalbumina* contenuta nell'albume bianco delle uova degli uccelli; la *sieroalbumina* del sangue; il *fibrinogeno* del sangue e dei muscoli, la *caseina* del latte, il *glútine* dei cereali, la *faseolina* dei fagioli, ecc. Hanno il potere di coagulare con il calore, con l'alcool e con gli acidi; i coaguli derivati hanno colori e aspetti diversi non solo a seconda del tipo di albumina coagulata ma anche della sostanza che ha provocato il coagulo; la trasformazione inversa non è possibile.

Questa coagulazione spiega la velenosità del sublimato corrosivo e di vari sali solubili di metalli pesanti. Se $HgCl_2$ passa nel sangue, vengono a coagularsi le albumine di esso e si formano dei gruppi che ostacolano la circolazione (*trombosi*): quindi, nei casi di avvelenamento per sublimato, si dà, come antidoto, del bianco d'uovo allo scopo di farsi coagulare nello stomaco e così fissare il Hg prima che questo abbia potuto passare nel sangue.

2. **Albuminoidi.** — Si riscontrano solo negli animali e soprattutto a riempire gli spazi intercellulari. I più noti sono dati dalle *gelatine* che si ottengono bollendo le ossa e le cartilagini, dalla *elastina* che si trova nei tendini, dalla *cheratina*, costituente principale dei peli, delle piume, delle penne e delle unghie; dalla *sericina* che costituisce la seta; dalla *spongina* che si trova nelle spugne.

3. **Proteine varie** sono ad esempio: la *mucina*, segregata dalle ghiandole mucipare, l'*emoglobina* delle emazie, la *clorofilla* dei cloroplasti vegetali.

3. - **AZOTATI VARI** sono, tra i molteplici, l'**acido urico** e l'**urea**.

L'**acido urico** $C_5H_4O_3N_4$ rappresenta uno dei prodotti della non completa combustione (= respirazione degli organismi) delle sostanze proteiche; viene eliminato nelle orine.

L'**urea** $CO(NH_2)_2$, invece rappresenta l'ultimo stadio della disassimilazione delle sostanze proteiche nei mammiferi. È uno dei componenti dell'urina e, all'aria, sotto l'attività del *micrococcus ureae*, dà origine a NH_3, per uno dei moltissimi fenomeni di putrefazione delle sostanze organiche. Generalmente le putrefazioni sono operate da funghi e, più particolarmente, da batteri; è per questo fenomeno grandioso che le sostanze di cui sono costituiiti gli organismi divenuti cadaveri, vengono scomposte fino a derivarne sostanze inorganiche adatte ad essere assorbite dai vegetali comuni (autotrofi) finché questi nuovamente ne producano altre sostanze organiche adatte all'alimentazione degli animali. Si usa poi distinguere le *putrefazioni*, comunemente interessanti le sostanze proteiche e perciò, per l'N contenuto, producenti odori sgradevoli, dalle *fermentazioni*, che comunemente interessano le sostanze ternarie e che perciò non producono odori sgradevoli, ma la distinzione è puramente convenzionale. Le putrefazioni e fermentazioni che disintegrano le complesse molecole organiche in molecole inorganiche sono d'altronde paragonabili, per la causa che le produce e per il modo come avvengono (assorbimento o sviluppo di calore ecc.), alle fermentazioni alcooliche, lattiche, ecc. i cui prodotti appartengono ancora ai corpi organici e perciò anche, ad es., alla digestione degli alimenti che debbono essere assorbiti.

APPENDICE

Il Duce illustra le poderose realizzazioni per l'integrale conquista dell'autarchia economica

La parola del Duce all'Assemblea generale delle Corporazioni

15 Maggio 1937-XV

Camerati,

A che punto siamo col piano regolatore dell'economia italiana che fu tracciato nel mio discorso del 23 marzo XIV in questa stessa sala e al quale rimando coloro che nel frattempo l'avessero per caso dimenticato?

Il piano regolatore tendeva e tende al raggiungimento di un obiettivo: il massimo dell'autonomia economica della Nazione, presupposto necessario e garanzia fondamentale della sua indipendenza politica e della sua potenza. Procederemo quindi a un giro di orizzonte per vedere quanto è stato fatto e quanto resta da fare.

CARBONE E FERRO

Cominciamo dal sottosuolo e precisamente dai combustibili solidi. Il carbone di qualità sopraffina non si è ancora trovato in Italia, ma vi sono alcune centinaia di milioni di tonnellate di ottimo carbone che può e deve sostituire in moltissimi inpieghi quello straniero. Il carbone minerale dell« A.C.A.I » estratto dai bacini dell'Istria e della Sardegna ha incontrato il generale favore. La produzione di quest'anno solare supererà il milione di tonnellate, ma noi tendiamo a raggiungere, e raggiungeremo, i quattro milioni, almeno, cioè un terzo del consumo totale annuo che si valuta tra i 10 e i 12 milioni di tonnellate.

In questo settore, anche elettrificando tutte le ferrovie, non raggiungeremo forse la totale autonomia, ma non vi è da preoccuparsene oltre misura perché ci sarà sempre una Nazione o molte Nazioni disposte a rifornirci del nostro residuo fabbisogno di carbone.

Dal carbone si passa al ferro. Qui mi sia permesso di dire che la nostra siderurgia fa troppo assegnamento sui rottami di ferro stranieri che ci vengono in maggioranza dalle Nazioni occidentali, o non ci vengono affatto, o con prezzi probitivi a seconda degli umori politici dominanti in quei Paesi.

Una siderurgia che lavora per il 50 per cento sui rottami altrui è una siderurgia artificiosa, che può mancare ai suoi scopi proprio nel momento più necessario. Basti ricordare che nel 1935 il totale de rottami di ferro importato superò il milione di tonnellate, che discese nel 1936 a 400.000 tonnellate.

Per confortarci aggiungerò che la produzione dei minerali ferrosi nazionali è in aumento: da 551.000 tonnellate del 1935 siamo saliti a 900.000 nel 1936; toccheranno il milione e 100.000 nell'anno in corso. Ciò significa che la siderurgia tende all'autarchia, cioè a utilizzare al massimo le risorse nazionali di minerali di ferro.

A quanto ammontano tali risorse? Secondo le valutazioni dell'Ispettorato del miniere del Ministero delle Corporazioni, il nostro patrimonio ferrifero disponibile toccherebbe i 30 milioni di tonnellate. Secondo l'Enciclopedia Italiana la massa ferrosa esistente in Italia sarebbe di 40 milioni di tonnellate, con una riserva di oltre 100 milioni di tonnellate. Alla stessa cifra arrivano il prof. Villavechia del Laboratorio chimico delle Dogane e il prof. Stella.

Il nostro patrimonio di minerali ferriferi è relativamente modesto se lo si confronta coi patrimoni di altre Nazioni, ma è sufficiente ai nostri bisogni per un lungo periodo di anni, anche se raddoppiasse, come si dovrà raddoppiare, la produzione attuale.

Ai minerali bisogna aggiungere la pirite. Se ne prevede una produzione nel 1937 di 900.000 tonnellate, che daranno 500.000 tonnellate di ferro, al 50 per cento. Durante la grande guerra l'Italia bastò al suo fabbisogno di manganese per 30.000 tonnellate. Nel 1934 eravamo discesi a 7000 circa.

LE MINIERE SARDE

L'«« A.M.M.I. » ha ripreso le ricerche e mi annunzia nel consueto rapporto mensile che nell'isola di San Pietro e nella costa occidentale sarda esiste un complesso veramente notevole di minerale di manganese: sono stati impiantati dieci cantieri di costruzione e un impianto capace di trattare 350 tonnellate al giorno, che ariveranno in un secondo tempo a 1000-1500, con che sarà colmata una notevole parte del fabbisogno nazionale.

Molto difficili i lavori avviati nelle alte valli novaresi per la ri-

cerca e l'estrazione del nichelio: si sono dovute costruire strade, filovie e gallerie, il tutto a quote superiori ai 2000 metri; i risultati sono tali da permetterci la costruzione di un impianto pilota a Varallo Sesia, per il trattamento del minerale.

Per quanto concerne il rame, si lavora nel bacino di « San Duchessa », in Sardegna, ma ogni previsione sarebbe avventata. Sono positive , viceversa, le previsioni per quanto concerne lo stagno: le miniere di Montemannu, in Sardegna, e soprattutto quelle di Monte Valerio, in provincia di Livorno, ci faranno raggiungere tra poco la autonomia completa per i fabbisogni di pace e di guerra.

I nostri giacimenti di bauxite e di leucite sono illimitati: si può quindi raggiungere il fabbisogno nazionale per l'alluminio metallo e attivarne l'esportazione. La produzione dell'alluminio è passata da 14.000 tonnellate alle 20.000. Tendiamo alle 40.000. Altrettanto dicasi per il piombo e lo zinco. Insieme con quest'ultimo, il magnesio può diventare un metallo tipicamente italiano. I giacimenti italiani di magnesio sono praticamente inesauribili. Le nostre industrie chimiche marciano all'avanguardia e non hanno più nulla da imparare dalle altre.

LA CELLULOSA NAZIONALE

Per quanto riguarda i combustibili liquidi vi è dall'anno scorso una novità: la creazione dell'« A.N.I.C. » (Azienda nazionale idrogenazione combustibili), tipico esempio di quelle società miste statali-private cui feci allora cenno: questa Società ha in costruzione a Bari e a Livorno due grandi stabilimenti che tratteranno i petroli albanesi e le ligniti con un procedimento tecnicamente aggiornato. Il camerata ministro Benni mi assicura che nel secondo semestre del 1938 sarà raggiunta la totale autonomia per quanto concerne il fabbisogno nazionale di benzina e lubrificanti.

Dissi l'anno scorso che avremmo avuto fra poco la cellulosa nazionale. È entrato in funzione, dopo gli stabilimenti di Mantova e di Tolmezzo, lo stabilimento di Foggia, e altri sono preventivati. È possibile e quindi si deve ridurre a zero l'importazione di cellulosa.

Per la produzione della gomma sono previste coltivazioni del guayle, ma gli studi per ottenere la gomma sintetica sono già così avanzati e promettenti che una seconda società statale-privata è alle viste per raggiungere in questo settore l'autarchia.

La marcia verso questo supremo obiettivo è stata rapida e decisiva, nel settore dei tessili. Siamo giunti al tessile nazionale. Misoneismi, diffidenze, scetticismi e qualche ambigua manovra di interessi: tutto è scomparso dopo la Mostra di Forlì, che sarà seguita da quella di Roma. La genialità italiana degli sperimentatori e degli

industriali ha trionfato, e ha trionfato la fede sotto lo stimolo del dovere nazionale e della necessità.

In fatto di autarchia nel campo tessile mi piace ricordare un precedente che ho trovato in una delle mie più recenti letture (ho ancora l'abitudine di leggere di quando in quando): il precedente di Enrico IV che proibì l'entrata in Francia delle stoffe straniere di seta, ordinò di piantare nelle Tuilleries e nei parchi di Madrid e di Fontainebleau ventimila gelsi e creò tredici commissari per propagandare la coltura dell'albero della seta.

L'impulso autarchico di Enrico IV fu continuato e perfezionato dal grande Colbert con le sue « manifatture di Stato ». Un secolo dopo, nella sola regione di Lione, si contavano 60.000 telai e lo sviluppo economico della Francia aveva già raggiunto proporzioni considerevoli, tanto che nell'89 alla Borsa d Parigi, fondata nel 1724, si quotavano 307 titoli per un valore di 30 miliardi.

Queste cifre dimostrano che la nascente borghesia doveva eliminare le residue strutture feudali della società. Ma il precedente dimostra anche che tutti i grandi popoli, ivi compresi quelli che detengono colossali riserve di materie prime, hanno sempre teso e tendono alla autarchia, la quale — sia detto fra parentesi — non diminuisce affatto, come è stato dimostrato, il volume degli scambi internazionali.

IL COMPITO DELL'AGRICOLTURA

All'agricoltura italiana è affidato il compito di darci quanto occorre al fabbisogno alimentare della Nazione. Notevoli progressi sono stati fatti, ma vi son dei settori, come quelli delle carni e dei grassi, dove molto resta ancora da fare.

Vi parlai l'anno scorso della costituzione di grandi unità parastatali, di talune industrie chiavi e ve ne spiegai i motivi. Il tempo non è passato invano. Nessuna monopolizzazione dell'economia da parte dello Stato, e quindi nessuna funzionarizzazione della medesima da parte dello Stato: lo Stato interviene — a norma della Carta del lavoro — là dove l'interesse pubblico è prevalente, o è deficiente l'iniziativa privata, la quale ha dei limiti che possono essere superati soltanto dalla forza politica ed economica dello Stato.

Attraverso l'applicazione della legge del 12 marzo XIV è stato sistemato e si va gradualmente bonificando il settore del credito, il che eviterà qualsiasi ingrata sorpresa per il domani e darà piena fiducia al pubblico risparmio.

Sono passate sotto il controllo dello Stato le grandi Compagnie di navigazione, ma non tutte le Compagnie di navigazione; recentemente i cantieri, ma non tutti i cantieri. Lo Stato fascista non vuole assorbire tutte le innumerevoli, varie, mutevoli, complesse manifestazioni della vita economica di un popolo perché non vuole.

I caratteri, quindi, della economia statale e parastatale fascista sono nettamente definiti dalla nostra dottrina e dalle nostre realizzazioni, ognuna delle quali si sviluppa secondo il gradualismo tempista che è caratteristica del Regime, con l'obiettivo immutato della progrediente elevazione morale e materiale delle masse lavoratrici, sempre più fuse nella vita della Nazione.

Le ventidue Corporazioni, cioè gli organismi ai quali lo Stato affida il compito dell'auto-disciplina delle categorie produttrici, hanno funzionato con un ritmo intenso e fecondo, e moltissime delle loro deliberazioni sono divenute leggi dello Stato. Troppi ondivaghi filosofanti avevano dissertato sulle Corporazioni col risultato di ingarbugliare le idee e rendere astruse delle semplici verità.

Anche le Corporazioni hanno dato — camminando — la dimostrazione più convincente del moto e funzionando hanno dimostrato la loro piena e sempre più promettente vitalità. In questi ultimi mesi sono state affidate alle Corporazioni funzioni di una importanza eccezionale e precisamente l'esame dei nuovi impianti industriali; la determinazione dei prezzi; la fissazione della misura dei salari e degli stipendi.

Ognuna di queste funzioni è di tipica, chiara spettanza delle Corporazioni, le quali in siffatto modo entrano veramente nel vivo della materia economica controllandola, modellandola, dirigendola secondo i fini del Regime. È solo in questo modo, con questa grande pacifica e costruttiva rivoluzione, che si supera la lotta di classe come fenomeno appartenente a età passate o all'età presente nei Paesi del liberalismo e della democrazia, dove si combatte il Fascismo — per un istinto opaco di conservazione — senza darsi la cura di studiarlo e di comprenderlo.

IL DECISIVO CONTRIBUTO DELL'IMPERO

Quando l'anno scorso, nell'anniversario dei Fasci, vi parlai, eravamo entrati da poco nel quinto mese dell'assedio societario organizzato a Ginevra contro l'Italia. In quei giorni, che sono così vicini e sembrano già così lontani, Badoglio mi comunicava i suoi piani per la battaglia decisiva. Non c'era ancora la vittoria finale, quantunque fosse nell'aria e nella certezza del comandante, dei soldati e del popolo.

Eravamo soli contro tutti. Uno schieramento di Potenze quale mai non si vide accerchiava l'Italia; ma laggiù fra il Mar Rosso e l'Oceano Indiano, sull'altopiano che gli strateghi delle diverse redazioni europee ritenevano inespugnabile, le nuove generazioni del Littorio avanzavano e sgominavano ad un tempo il nemico africano e la coalizione ginevrina, mentre gli strateghi pennivori della stampa gialla si nascondevano dalla vergogna.

Da allora ad oggi c'è un fatto nuovo, d'una immensa portata nella storia dell'Italia e del mondo: il fatto nuovo è l'Impero. Non

solo di portata politica, morale, militare, ma anche economica. Le risorse attuali e potenziali dell'Impero sono eccezionali. Non lo direi se non ne avessi le prove documentate. Alla lotta per l'autarchia l'Impero darà un contributo decisivo col suo cotone, caffè, carne, pelli, lane, legnami, minerali preziosi a cominciare dall'oro.

Debbo dre, però, agli eventuali impazienti, che questa utilizzazione delle ricchezze dell'Impero presuppone un'attrezzatura che non esisteva affatto o esisteva allo stato rudimentale, a cominciare dai porti per finire alla rete stradale, e che è in corso di attuazione. Le difficoltà da superare sono gigantesche e solo chi segue da vicino quotidianamente la vita e lo sviluppo dell'Impero può averne la sensazione diretta, ma si superano, malgrado tutto, con una tenacia che rivela il vero carattere degli Italiani e lavorando tranquillamente ore venticinque al giorno.

Da qualche tempo, elementi più o meno responsabili delle cosiddette grandi democrazie (su queste democrazie ci sarebbe molto da discutere, a cominciare da quella che ignorava e vietava fino a un mese fa il contratto collettivo di lavoro!) desidererebbero che gli Stati cosiddetti autoritari rinunciassero ai loro piani autarchici, non sappiamo dietro a quali contropartite. Per noi è impossibile.

In un mondo come l'attuale, armato sino ai denti, deporre l'arma dell'autarchia significherebbe domani — in caso di guerra — metterci alla mercè di coloro che possiedono quanto occorre per fare la guerra senza limiti di tempo o di consumo.

L'autarchia è quindi una garanzia di quella pace che noi fermamente vogliamo, e un impedimento a eventuali propositi aggressivi da parte dei paesi più ricchi. Chi ha corso il rischio di essere strangolato dalle corde della guerra economica sa che cosa pensare e come agire.

In questa materia nessuna esitazione è ammissibile perché sarebbe esiziale. Si tratta di assicurare la vita, l'avvenire e la potenza di quel grande popolo che è il popolo italiano.

GEOGRAFIA E GEOLOGIA

PARTE I.

GEOGRAFIA FISICA

CAPITOLO XLVII.

Definizioni

1. - La **Geografia,** come dice la stessa parola (dal greco *ghegrafo* = descrivo la terra), è la scienza che studia e che descrive la Terra o, più precisamente, « *è la scienza che studia i fenomeni fisici, che esamina la distribuzione di tutti i fenomeni, siano essi d'indole fisica o antropica, che sulla Terra avvengono, e che studia i rapporti di interdipendenza tra questi diversi fenomeni e soprattutto tra fenomeni fisici e antropici* ».

Ecco, ad esempio, tre problemi che, secondo la definizione, cadono nel dominio della geografia: varie forme dei monti e cause del loro vario aspetto; distribuzione della vegetazione sulla Terra; rapporti tra le condizioni fisiche (temperatura, terreno, pendenza del suolo, presenza di sorgenti) e il sorgere e svilupparsi dei villaggi in determinati luoghi.

2. - La Geografia può essere *regionale* e *generale*.

Geografia regionale è quella che esamina una regione, grande o piccola, nei suoi più diversi aspetti; ed è la geografia che avete studiato nei corsi inferiori o nel ginnasio (Italia, Colonie italiane, Argentina, ecc.); **geografia generale** è quella che esamina partitamente i singoli fenomeni (vulcani, ghiacciai, densità di popolazione, ecc.); ed è la parte che studieremo nel presente anno.

È uso dividere poi questa nelle due parti fondamentali: *geografia fisica,* se studia prevalentemente i fenomeni fisici (clima, terremoti, fiumi, ecc.), e questa è senza dubbio la base di tutto il campo immenso della geografia; *geografia antropica*, se studia la Terra come sede dell'Uomo e perciò i rapporti tra la Terra (forme, superficie, altitudine) e l'Umanità.

3. - **Geologia** è lo studio della storia fisica della Terra dai suoi primordi fino alla comparsa dell'Uomo. Entra ad esempio nel campo della geologia il problema « Come si è formata la catena alpina », mentre entrano nel campo della geografia i due problemi « Cause delle forme delle cime e delle valli della catena alpina »; « Densità di popolazione nei diversi tronchi della catena alpina ».

La geografia e la geologia per riuscire proficue debbono essere un dialogo a tu per tu con la Natura. Il testo di scuola vi deve servire solo come una guida nell'interpretazione del gran Libro della Natura che volentieri si apre a tutti quanti sono curiosi di leggerlo.

CAPITOLO XLVIII.

La terra come pianeta: forma, dimensioni, movimenti

1. - **Generalità.** - - La Terra su cui noi viviamo, su cui si muovono miliardi di viventi, e che a noi sembra tanto grande non è che un grano di polvere a confronto dell'Universo popolato da un numero stragrande di altri corpi celesti dalle più varie dimensioni e caratteristiche: da piccoli come un ciottolo a giganteschi come il Sole o come le stelle, le cui dimensioni e distanze da noi sorpassano ogni nostra immaginazione; alcuni splendenti di luce propria perché costituiti di materie incandescenti come le vere stelle (Stella Polare, Sole), altri invece luminosi solo perché riflettono, a guisa di specchi, la luce ricevuta dalle stelle o dal Sole, come la Luna e la stessa Terra; tutti sospesi nello spazio, tra loro vincolati dalla forza di attrazione universale, non collocati a caso e fermi, bensì tutti moventisi, ognuno di un movimento proprio ma dipendente anche da quelli di tutti gli altri; tutti obbedienti nei loro movimenti a leggi mirabili e costanti.

La Terra è uno dei 9 principali pianeti conosciuti appartenenti al *Sistema Solare;* posiede un unico satellite, e cioè la *Luna.*

2. - **Prove della sfericità della Terra.** — Le prime asserzioni tramandateci sulla sfericità della Terra risalgono a Pitagora (circa 400 a. C.), ma le prime prove vennero presentate da Aristotele di poco posteriore. Che la Terra sia sferica è provato da molti fatti.

1) A tutti è noto che *osservando da un bastimento che s'avvicina ad una costa montuosa* prima si scorgono le cime delle montagne e solo in seguito i bassi pendii e il porto; il contrario avviene se con gli occhi o anche con il cannocchiale seguiamo la costa fin dove ci è possibile dalla nave che si allontana. L'esperienza non è possibile in senso inverso, e cioè stando noi sulla costa, perché la nave è tanto

minuscola che scomparirebbe ai nostri sguardi prima che si sia terminato l'esperimento.

2) L'*aspetto del cielo*, col numero delle stelle e con le costellazioni visibili, varia da un punto all'altro della Terra; noi vediamo delle stelle che non vedono gli abitanti dell'Australia e viceversa; il che non avverrebbe se la Terra fosse piana.

3) I *viaggi di circumnavigazione* effettuati dal secolo XVI in poi stanno a dimostrare che partendo da un punto qualsiasi della Terra vi si può ritornare pur proseguendo, fin dove è possibile, nella medesima direzione; il che non avverrebbe se la Terra non fosse sfe-

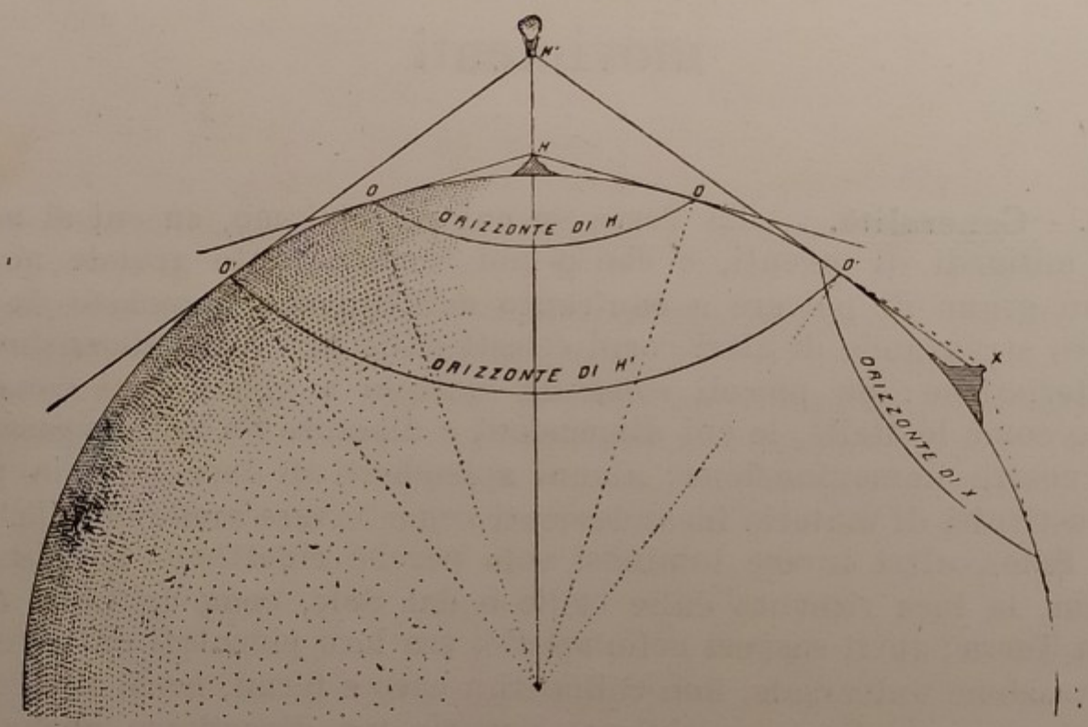


Fig. 97. — L'orizzonte si estende con l'innalzarsi del punto di osservazione.

rica, o almeno poliedrica. Il primo viaggio di circumnavigazione fu compiuto negli anni 1519-22 dal portoghese Magellano per conto della Spagna. Vi partecipò anche l'italiano Antonio Pigafetta.

4) L'*ombra proiettata dalla Terra sulla Luna* durante la eclisse di Luna è quasi perfettamente e sempre circolare; ciò prova che la Terra non solo non è piana, ma neppure poliedrica, bensì sferica.

5) A qualunque altezza noi ci eleviamo verticalmente al di sopra del suolo in aperta campagna e più ancora in aperto oceano dove non vi sono ostacoli che arrestino la nostra visuale, constatiamo che il nostro sguardo è limitato da una *linea circolare*, detta *orizzonte*, secondo la quale pare si confondano terra, mare e cielo; e questo orizzonte tanto più va ampliandosi quanto più si sale verticalmente. E

per quanto si osservi con un potente telescopio, la linea circolare tale rimane, solo mutando di ampiezza. Ciò significa che la forma circolare dell'orizzonte non dipende da una illusione ottica o da impotenza della nostra vista, ma dalla forma della Terra, la quale solo nel caso che sia sferica ci può dare sempre e in ogni regione una sezione circolare.

Bisogna tuttavia distinguere due tipi di orizzonte, e cioè:

l'*orizzonte terrestre* (o sensibile), che è l'apparente intersezione della sup. terr. con la sfera celeste e che è data da un circolo avente per centro l'occhio dell'osservatore;

l'*orizzonte astronomico* (o razionale), che è la circonferenza parallela all'orizzonte terrestre che ha per centro il centro della Terra.

Ciò che è sulla Terra è soggetto all'orizzonte terrestre, ciò che appartiene alla sfera celeste (stelle, pianeti, Sole, Luna, ecc.), è soggetto invece all'orizzonte astronomico.

A 5 mila metri il raggio dell'orizzonte terrestre è di km. 250. A 10 mila metri d'altezza è di km. 357.

3. - **Lo schiacciamento polare.** — Misure e calcoli sempre più precisi effettuati dal secolo XVIII in poi hanno però dimostrato che la Terra nel suo complesso, astraendo cioè dalle minori irregolarità superficiali, non è perfettamente sferica, bensì leggermente schiacciata ai poli; è quindi uno *sferoide*.

Ciò viene dimostrato sopratutto dal forte aumento generale dell'accelerazione di gravità passando dall'equatore ai poli, non spiegabile solo con la diminuita forza centrifuga, significando perciò una maggior vicinanza dei poli al centro della Terra.

Tuttavia la differenza tra il diametro equatoriale (maggiore) e il diametro polare (minore) è di soli km. 43, ben piccola cosa (1/300 circa) rispetto ai quasi 13 mila km. del diametro medio.

In un globo di un metro di diametro lo schiacciamento polare sarebbe rappresentato da 2 mm. circa, l'Everest (m. 8842) da 1/2 mm.; fatti quindi insensibili ai nostri occhi.

Tale forma è probabilmente una conseguenza della rotazione della Terra, come aveva intuito Newton ancór prima che le misurazioni lo provassero.

4. - **Dimensioni.** — La ricerca delle dimensioni della Terra si riduce alla ricerca del valore d'un cerchio massimo, per esempio di un *meridiano*. Il primo che, sicuro della sfericità della Terra, sia riuscito a ottenere, senza misurazioni dirette, un risultato alquanto vicino alla realtà, fu Eratostene di Cirene (275-196 a. C.), filosofo e bibliotecario della Scuola Alessandrina.

Egli sapeva che a mezzodì del solstizio d'estate (21 giugno odierno) a Siene (l'odierna Assuan sul Nilo) i raggi del sole giungevano fino al fondo dei pozzi, e cioé che il sole a mezzodì brillava verticalmente sopra Siene che si trova circa sul tropico del Cancro (23° 30'), mentre ciò mai avveniva per Alessandria situata com'era più a nord del tropico; riteneva inoltre che Alessandria e Siene giacessero sullo stesso meridiano e per di più conosceva, a stima, la distanza

lineare tra Alessandria e Siene. Poichè l'angolo formato in Alessandria, a mezzodì di quel giorno, dalla visuale al sole e dalla verticale era necessariamente eguale all'angolo al centro della Terra compreso tra i raggi terrestri di Alessandria e di Siene, impostò la seguente regolare proporzione:

l'angolo al centro sta all'angolo giro (360°) come la distanza Alessandria-Siene sta al valore del meridiano (x).

Riuscì ad ottenere 46 mila km., valore leggermente superiore a quello effettivo che è di circa 40 mila km., oggi ottenuto con strumenti di estrema precisione e calcolando su due punti situati realmente sullo stesso meridiano (il che non era per le due località scelte da Eratostene).

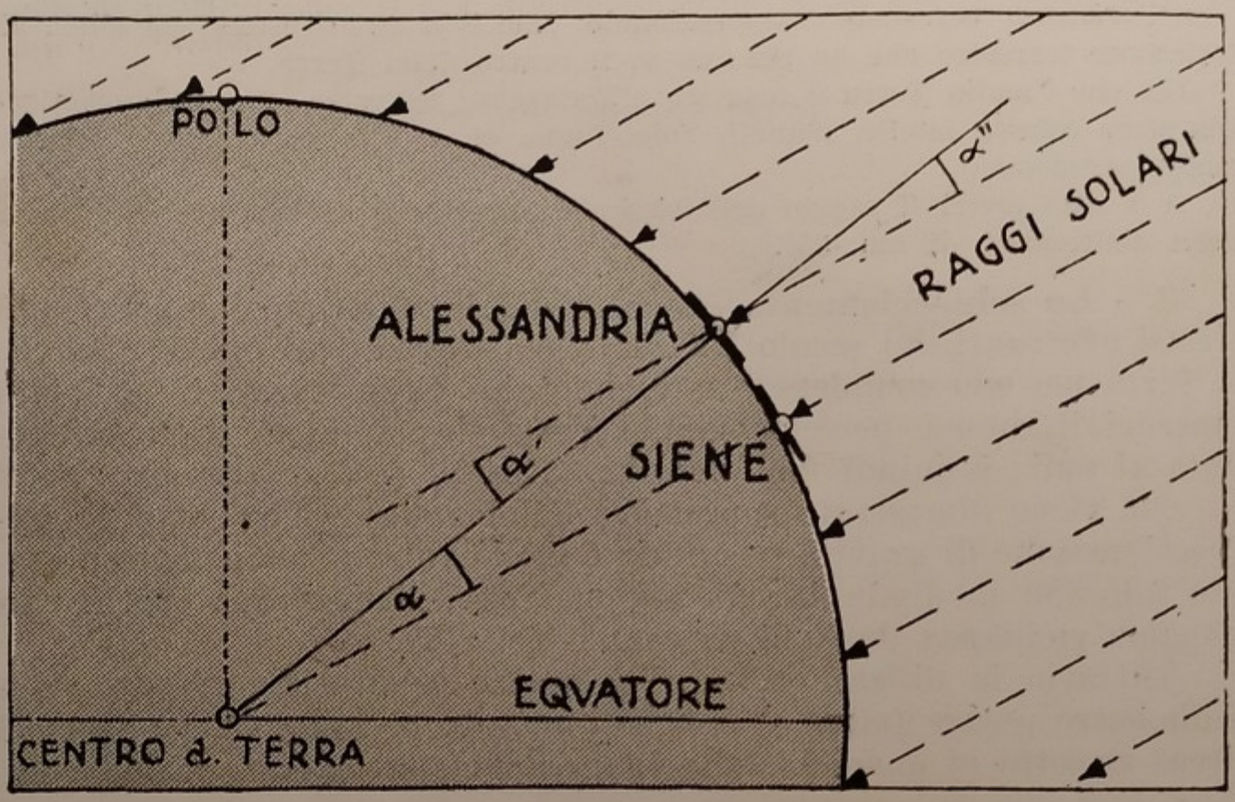


Fig. 98. — Metodo seguito da Eratostene per la ricerca del valore del meridiano terrestre. Al giorno 21 Giugno i raggi del Sole (tutti paralleli) cadono verticali su Siene (tropico) e obliqui su Alessandria; angolo di obliquità $\alpha'' = \alpha' = \alpha$; dunque $\alpha'' = \alpha$. Perciò la distanza Alessandria-Siene sta al circolo meridiano da trovare, come α ($= \alpha''$) sta a 360°.

Ecco, in cifre arrotondate, le principali misure del nostro pianeta secondo le più sicure valutazioni universalmente accettate:

Raggio equatoriale	km. 6.378
Raggio polare	» 6.357
Differenza	» 21,5
Raggio medio	» **6.368**
Circolo equatoriale	» 40.077
Circolo meridiano	» 40.009
Superficie dell'ellissoide terrestre	kmq. 510.101.000
Volume dell'ellissoide terrestre	kmc. 10.083.300.000

Il metro non è perciò la quaranta milionesima parte del meridiano terrestre come spesso si dice, bensì un po' meno.

Quando, dopo aver effettuato le prime misurazioni precise, alla fine del secolo XVIII, si prese appunto come unità fissa di misura lineare del sistema metrico decimale la 40 milionesima parte della lunghezza del meridiano (che era stato computato su altri tipi di misure antiche) e la si chiamò metro, questa rimase costante, per quanto ulteriori misurazioni più precise abbiano trovato per il circolo massimo un valore leggermente superiore.

5. - **Asse, poli, emisferi, equatore, meridiani, paralleli.** — Dato un punto sulla Terra, si chiama *zenit* il corrispondente punto che gli sta verticalmente sopra sulla vôlta celeste; *antípodo* quello che gli sta dalla parte opposta, sulla superficie della Terra; *nadír* quello che gli sta dalla parte opposta ma sulla vôlta celeste.

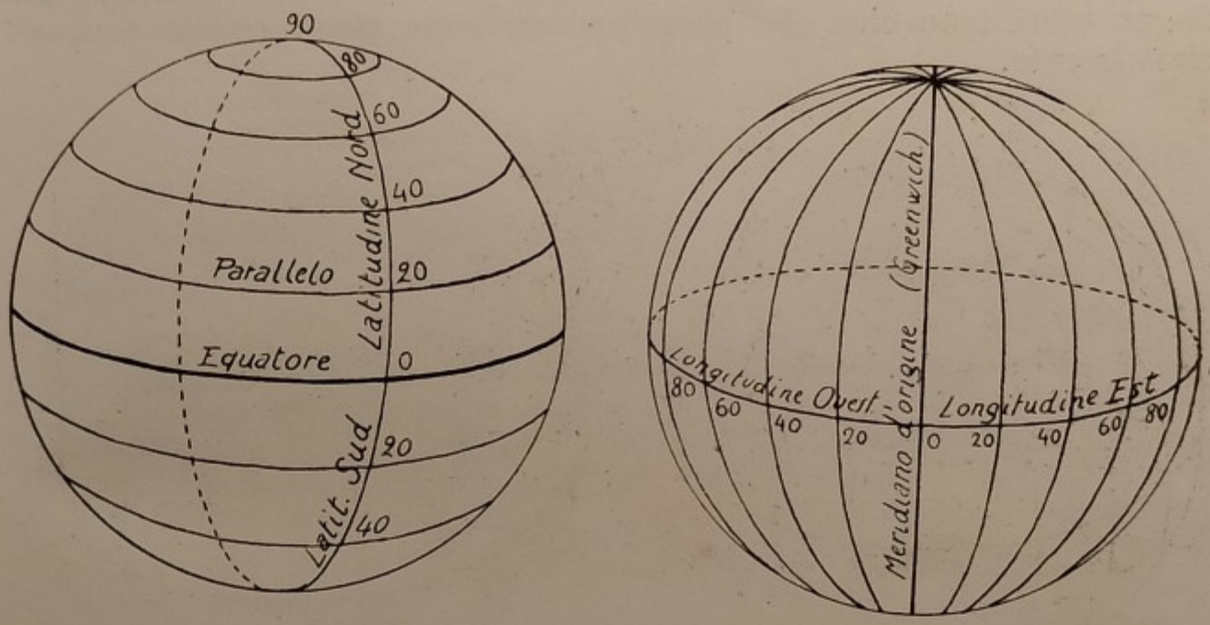


Fig. 99. — Paralleli e Meridiani. - Latitudine e Longitudine.

Poiché la terra è una sfera potremo compiere tutti i ragionamenti e le operazioni che si compiono su una sfera qualsiasi. Ed intanto essa ha un *centro* nel quale si intersecano tutti gli infiniti *diametri*. Uno di questi diametri ha una grande importanza e coincide con l'*asse terrestre* intorno al quale ruota la Terra. L'asse terrestre fora idealmente la superficie della Terra in due punti opposti che si chiamano poli: *Polo Nord* o Artico o Boreale, e *Polo Sud* o Antartico, o Australe.

Allo zenit (e cioè verticalmente sopra) del Polo Nord sta la Stella Polare (o, meglio, un punto vicinissimo ad essa), anch'essa naturalmente immobile rispetto a tutte le altre stelle della vôlta celeste, la quale ruota apparentemente tutta in massa attorno all'asse celeste che è coincidente con quello terrestre.

Chiamasi **equatore** il circolo massimo equidistante dai due poli; esso divide la superficie della Terra in due calotte simmetriche dette impropriamente emisferi: *settentrionale* o boreale quello che culmina nel polo artico, *meridionale* o australe quello che culmina nel polo antartico.

Chiamansi **paralleli** *i circoli paralleli all'equatore;* essi hanno dimensioni tanto minori quanto più sono lontani dall'equatore. La distanza tra due paralleli è costante.

Chiamansi **meridiani** i *circoli massimi passanti per i poli;* sono tutti lunghi egualmente (circa 40 mila km.); la distanza tra due meridiani varia da un massimo all'equatore a 0 ai poli. Per ogni circolo massimo si usa distinguere il vero meridiano dall'*antimeridiano*, che è la sua parte opposta. Come per il conteggio dei paralleli si parte dall'equatore (che rappresenta così il parallelo fondamentale), così per il conteggio dei meridiani si parte da un *meridiano fondamentale*, da un meridiano cioè che passi per un certo punto scelto convenzionalmente.

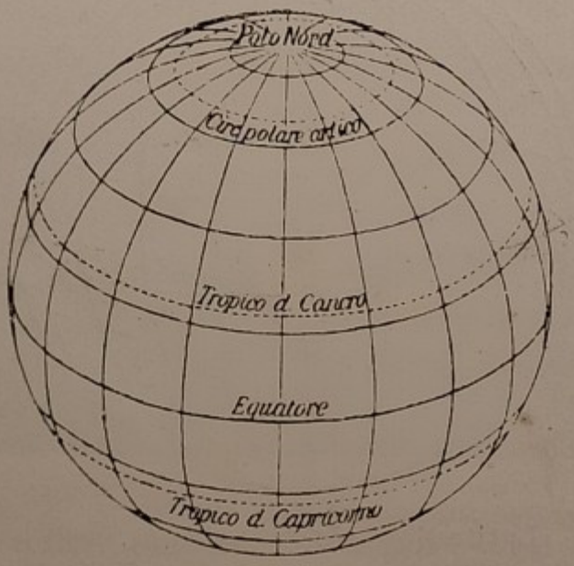


Fig. 100. – I principali paralleli astronomico-climatici la cui posizione è in rapporto alla inclinazione dell'asse terrestre sull'asse solare.

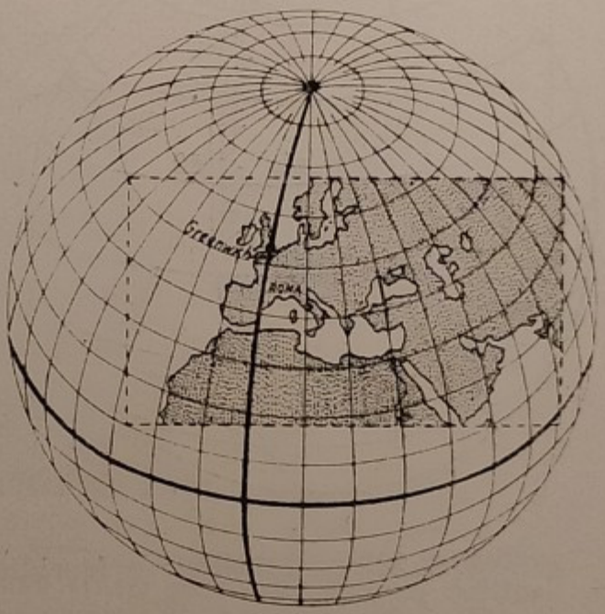


Fig. 101. – La rete dei gradi sulla Terra con il meridiano fondamentale e l'equatore (= parallelo fondamentale).

I più usati meridiani fondamentali sono quelli di Roma (o meglio: Monte Mario di Roma), di Parigi e di Londra. Per la maggior parte delle carte geografiche internazionali è invalso l'uso generale di considerare come meridiano fondamentale di partenza quello di Londra e più precisamente quello che passa per Greenwich (pron. *Grinic*) che è un sobborgo della metropoli inglese. Nel sec. XVIII si preferiva invece il meridiano dell'Isola del Ferro (Canarie) perché tagliava la Terra in corrispondenza d'un oceano (Oc. Atlantico).

Tra i paralleli, quattro hanno grande importanza, e cioè: i due **tropici**, distanti dall'equatore 23°30' a sud e a nord, e i due **circoli polari**, distanti

66°30' a sud e a nord dell'equatore, e cioè 23°30' dai rispettivi poli. Vedremo la loro importanza e la loro origine a proposito del movimento di rivoluzione della Terra.

Meridiani e paralleli hanno grande importanza; essi sono come lo scheletro, la impalcatura ideale della sfera terrestre, costruita dalla posizione dell'asse terrestre (o polare) che a sua volta è stato fissato dal moto di rotazione della Terra. Essi servono a indicarci con precisione una località sulla Terra, poiché ogni punto di questa è situato all'incontro di un meridiano con un parallelo.

6. - **Latitudine e longitudine.** — Chiamasi *latitudine di un punto la distanza angolare di questo dall'equatore*. Tale distanza è misurata naturalmente in gradi avendo cioè riguardo al valore del corrispondente angolo al centro. Si indica comunemente con φ (= *fi* = *f* greco). Ogni parallelo ha tutti i suoi punti equidistanti dall'equatore; perciò dire che Roma, ad esempio, trovasi a latitudine 42° o sul parallelo 42°, è la stessa cosa; e tutti i punti del parallelo 42° distano dall'equatore egualmente che Roma.

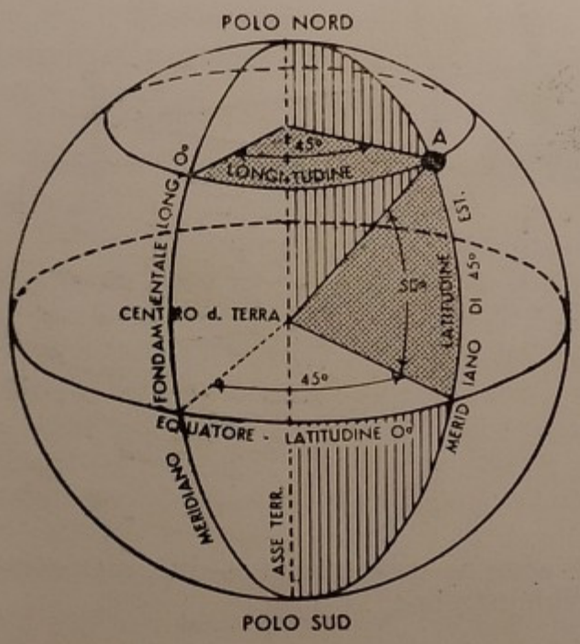


Fig. 102. - Latitudine e Longitudine del punto A situato a 50° lat. Nord e 45° long. Est.

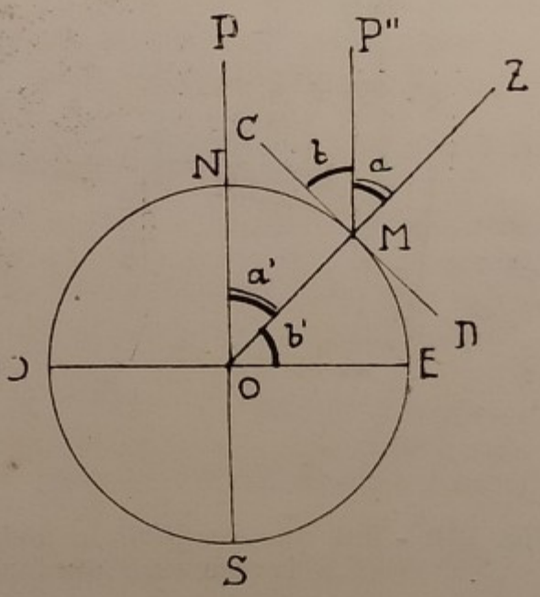


Fig. 103. - Come si trova la latitudine di un punto M. b = b' perché ambedue complementari di angoli eguali a = a'.

Naturalmente si deve distinguere una latitudine Nord da una latitudine Sud a seconda che nel computare, cominciando dall'Equatore, si procede verso il polo Nord o verso il polo Sud. Per l'emisfero settentrionale ecco alcuni importanti dati approssimativi di latitudine: 0° (= equatore) la foce del fiume Giuba nella Somalia Italiana; 9° Addis Abeba, la capitale dell'Impero Italiano dell'A. O.; 15° Asmara; 33° Tripoli; 42° Roma; 45° il Fiume Po; 49° Parigi; 51° Londra; 53° Berlino, 59° Stoccolma; 80° le Isole Svalbard; 90° il polo Nord.

Chiamasi *longitudine di un punto la distanza angolare di questo punto dal meridiano fondamentale;* viene comunemente indicata con

λ (= *lambda* = *l* greco); anche in questo caso la misura deve essere effettuata in gradi, ed anche in questo caso si dovrà distinguere una longitudine Orientale (Est) da una longitudine Occidentale (Ovest), a seconda che nel computare, cominciando dal meridiano iniziale, si procede verso est o verso ovest. Ogni meridiano ha tutti i suoi punti equidistanti (angolarmente dal meridiano fondamentale; perciò dire che Bari trovasi a longitudine 5° Est di Roma o che trovasi sul meridiano 5° Est di Roma è la stessa cosa (1).

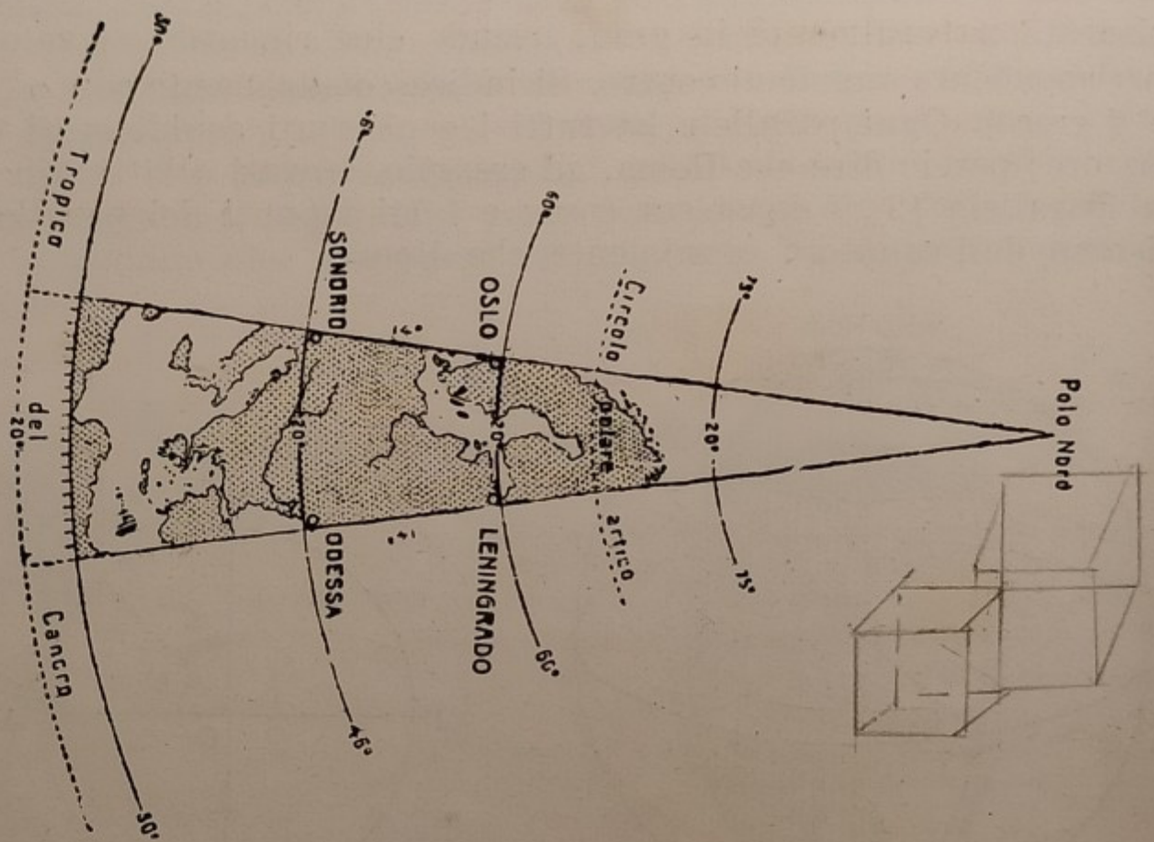


Fig. 104. - Tra due *paralleli* la distanza è sempre costante; tra due *meridiani* invece essa diminuisce avvicinandosi ai Poli.

Ad ogni *grado di meridiano,* vale a dire di latitudine, corrispondono sempre km. 111 circa (km. 40.000 : 360); ad ogni grado di parallelo, invece, vale a dire di longitudine, non corrispondono distanze costanti, perché i meridiani divergono dai poli all'equatore. Così mentre sull'equatore è di circa km. 111, a Tripoli è di circa 93, a Milano 78, al Capo Nord della Scandinavia 35, alle Svalbard 20, zero ai poli.

---

(1) Longitudine e latitudine sono nomi che ricordano come gli antichi romani e greci, dai quali è derivata la nostra cultura e civiltà, conoscevano della Terra una estensione maggiore da ovest a est (lunghezza = longitudine) che non da sud a nord (larghezza = latitudine). In queste condizioni trovasi appunto la regione mediterranea.

Come unità di misura lineare nella navigazione si usa il miglio marino il cui valore (m. 1852) coincide con il valore lineare del minuto primo di grado di meridiano (km. 111:60).

La latitudine viene di solito calcolata approfittando del fatto che essa in ogni punto coincide con l'altezza della Stella Polare sull'orizzonte (= angolo formato dalla visuale verso la Stella Polare e da una linea orizzontale).

La longitudine invece viene calcolata con la differenza oraria tra l'ora del meridiano del luogo (che si deve cercare) e quella del meridiano fondamentale (che ci viene dato un orologio o, meglio, radiotelegrafata), ricordando che ad ogni ora corrispondono 15° di longitudine (360°:24 h = 15°).

7. - **Movimenti della Terra.** — La terra è dotata di molti movimenti. Tuttavia i principali, quelli che sensibilmente influiscono sulle condizioni superficiali, sono, come per tutti i pianeti, due, e cioè quello di *rotazione attorno al proprio asse*, da cui ha origine il giorno, e quello di *rivoluzione attorno al Sole*, da cui ha origine l'anno.

8. - **Rotazione della Terra.** — La Terra ruota attorno ad un proprio diametro che chiamasi perciò *asse di rotazione* o asse polare o asse terrestre. Tale giro si effettua da occidente a oriente.

Riconosciamo essere la Terra che si muove, anziché il Sole, la Luna e le Stelle, per i seguenti motivi:

1) perchè non possiamo ammettere che il Sole e le altre stelle tanto distanti da noi, *in un sol giorno e simultaneamente* siano capaci di compiere così immensi spazi. Un punto dell'Equatore percorre circa 40 mila km. in un giorno (circa 1666 km. all'ora); se fosse il Sole a muoversi, questo dovrebbe compiere in un giorno circa un miliardo di km. (circa 40 milioni di km. all'ora); figurarsi poi le altre stelle immensamente più lontane e tutte diversamente distanti da noi. Insieme con la Terra si comprende che ruota anche la massa d'aria che la circonda e tutti quei corpi che sono alla Terra vincolati dalla gravità (1).

2) L'abate *Guglielmini* nel 1761 dimostrava sperimentalmente dalla Torre degli Asinelli in Bologna che i gravi, cadendo dall'alto (dove la velocità di rotazione è maggiore che in superficie) erano deviati verso oriente rispetto alla verticale.

3) *Foucault* nel 1851 (Pantheon di Parigi), dimostrava la rotazione con il pendolo, il cui piano d'oscillazione rimane costante.

La velocità angolare di rotazione è costante nel tempo e eguale per tutti i punti della Terra; ma la velocità lineare varia da parallelo a parallelo e precisamente da km. 28 al minuto primo all'equatore a zero ai poli

(1) La vecchia teoria della rivoluzione solare « per risparmiare una semplice rotazione ad un astro solo di dimensioni meschine è costretta a muovere concordi, in orbite di raggi diversissimi, con velocità inaudite, tutti gli altri astri, di mole immense, animando di velocità più grandi i più lontani » (Card. Maffi).

Una intera rotazione terrestre si compie in un periodo di tempo che si chiama giorno. Chiamasi *giorno solare* il tempo che intercede tra due culminazioni (1) del Sole sullo stesso meridiano.

9. - **Principali conseguenze della rotazione della Terra.** — Le conseguenze della rotazione della Terra sono numerose e importantissime.

1) Intanto è per questo movimento che, salvo per poche e inospitali regioni polari, ogni punto della Terra viene a turno collocato per un certo numero di ore davanti al Sole cui la Terra deve le condizioni di vita. Poiché, data la enorme distanza che ci separa dal Sole e data la picolezza della Terra rispetto al Sole, i raggi solari giungono alla Terra tra loro paralleli, la superficie terrestre è per metà illuminata e per metà in ombra; ma poiché la Terra ruota, i suoi punti vengono a collocarsi per un certo periodo nella zona illuminata o in ombra. Chiamasi *dì* (od anche giorno) il periodo di tempo durante il quale il Sole rimane sopra il nostro orizzonte e lo illumina:

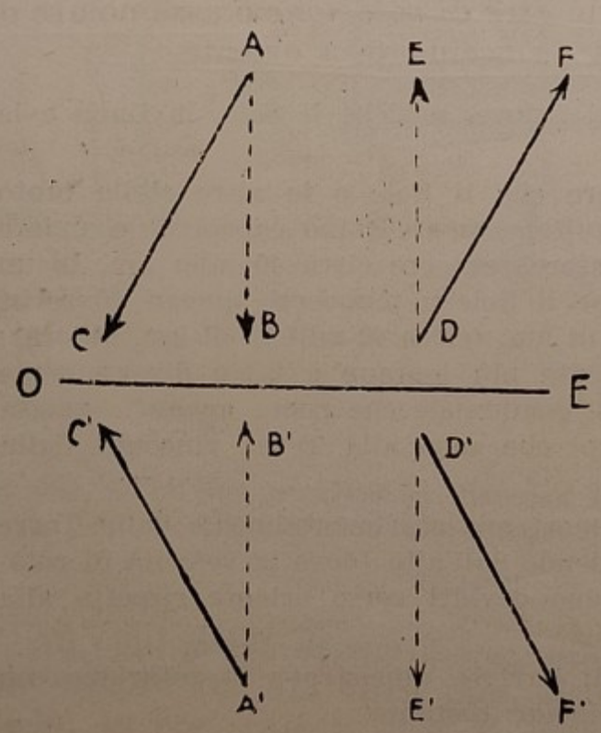


Fig. 105. — Spiegazione della legge di Ferrel (causata dolla sfericità della Terra e dalla rotazione di questa verso est).

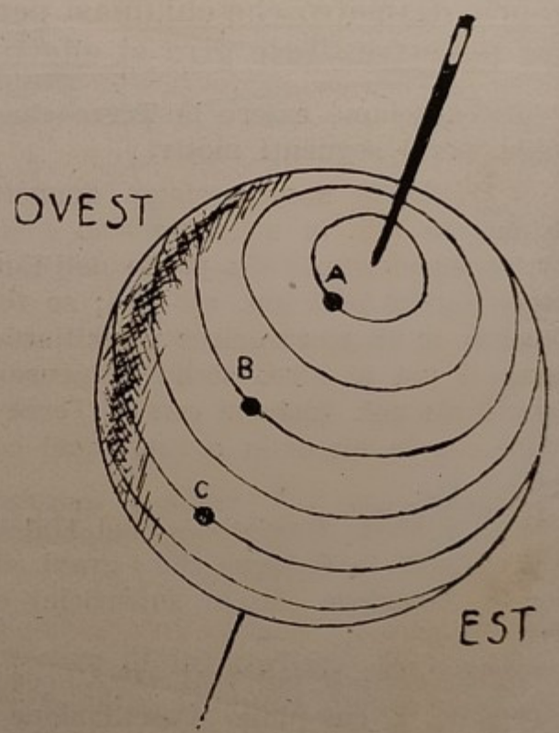


Fig. 106. — Rotazione della Terra da ovest a est: il punto C è più veloce di B e questo di A.

(1) Si dice che un astro *culmina* quando raggiunge il punto più elevato, rispetto all'orizzonte, dell'arco da esso descritto nel suo movimento apparente. Perché culmini non è perciò necessario che l'astro si trovi proprio verticalmente sopra (= allo Zenit) del punto d'osservazione. Il Sole culmina su ogni punto dell'Italia 365 volte in un anno; l'istante di culminazione è il *mezzogiorno vero*.

giorno civile: giorno solare medio

chiamasi *notte* il periodo opposto. Vedremo in seguito perché in generale la durata dei due periodi varii lungo l'annata.

Chiamasi *circolo di illuminazione* quella linea circolare che separa l'emisfero illuminato da quello in ombra. Un esempio l'abbiamo nella netta linea che tiene spesso distinta nella Luna la zona luminosissima da quella tanto profondamente oscura da rimanerci invisibile.

Ma per la presenza dell'atmosfera che avvolge per molti chilometri tutta la Terra, il passaggio dal giorno alla notte e viceversa è molto graduale, e si ha perciò l'*aurora* e il *tramonto*.

La durata dell'aurora e del crepuscolo è maggiore nel periodo invernale e nelle regioni polari perché allora i raggi solari debbono oltrepassare un maggior spessore di atmosfera, trovandosi apparentemente il Sole più inclinato.

2) Come conseguenza del moto di rotazione e della sfericità della Terra, si ha la *legge di Ferrel* e cioé: *un corpo qualunque che si muova liberamente alla superficie della Terra è deviato, per effetto della rotazione, verso destra nell'emisfero nord e verso sinistra nell'emisfero sud.*

Supponiamo infatti che un corpo al 40° lat. N. si possa muovere liberamente o verso l'equatore o verso il polo N.; nel primo caso, spostandosi verso regioni che posseggono una maggior velocità di rotazione rimarrà alquanto arretrato, e quindi invece di dirigersi perpendicolarmente all'equatore, si dirigerà verso sud-ovest; nel secondo caso, spostandosi verso regioni che posseggono minor veocità, risulterà alquanto in vantaggio e tenderà a giungere nelle regioni polari con spostamento verso nord-est (cioè quasi secondo la direzione della rotazione terrestre). Tanto nell'uno come nell'altro caso, per il nostro emisfero, il corpo si sarà spostato sempre più verso destra rispetto alla direzione perpendicolare. Il medesimo ragionamento si può fare per un corpo che si trovi nell'emisfero australe, giungendo s'intende a conclusioni opposte. Due fenomeni dipendenti da questa legge li vedremo parlando dei venti e delle correnti marine.

3) La accelerazione di gravità aumenta dall'equatore ai poli più di quanto comporterebbe lo schiacciamento polare, in conseguenza della *diminuzione della forza centrifuga*.

10. - **Moto di rivoluzione.** — La Terra possiede inoltre, come tutti i pianeti, un moto di rivoluzione attorno al Sole.

1) *La Terra descrive un'ellisse chiamata eclittica giacente su un piano, pochissimo eccentrica, della quale il Sole occupa uno dei fuochi* ed i cui punti estremi dell'asse maggiore chiamansi *Perielio* (= presso il Sole) e *Afelio* (= lontano dal Sole). Le distanze dal Sole alla Terra sono di 148 milioni di km. in perielio e di 152 in afelio: differenza tanto piccola che ci fa comprendere come le temperature stagionali sulla Terra non dipendono dall'essere questa in afelio o perielio tanto più che la Terra non è interessata *totalmente*

da una stessa stagione nello stesso tempo e che nei nostri anni il perielio cade proprio in gennaio e l'afelio in luglio.

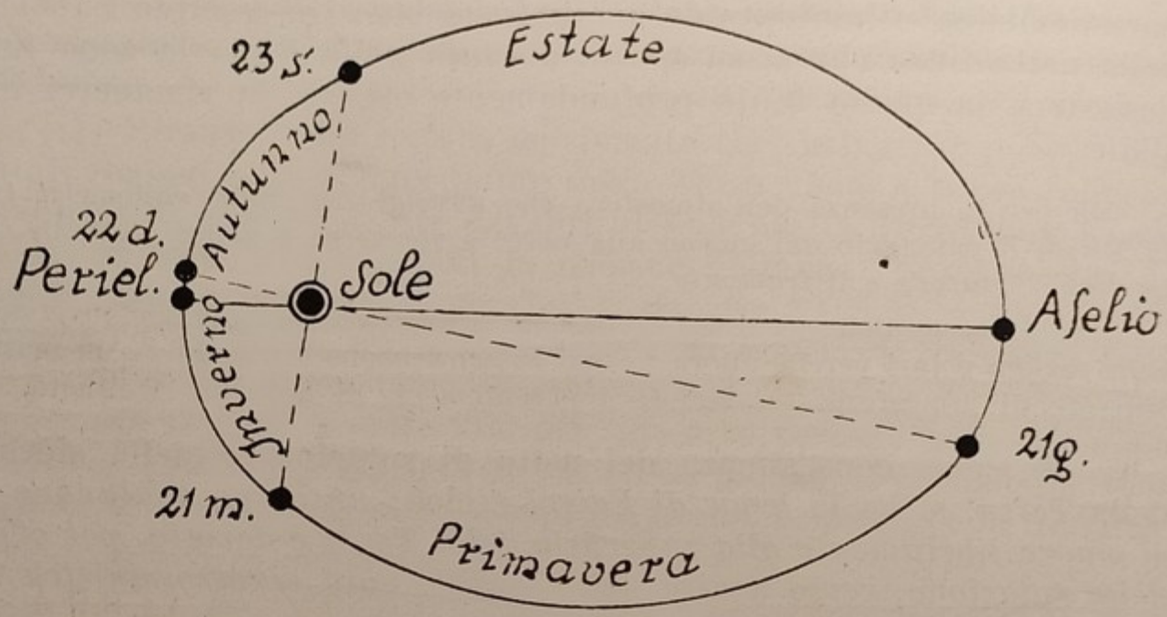


Fig. 107. — L'eclittica terrestre attorno al Sole (con lo schiacciamento enormemente esagerato).

La traiettoria ellittica descritta dalla Terra può essere considerata come la risultante della direzione rettilinea derivata da un impulso originario istan-

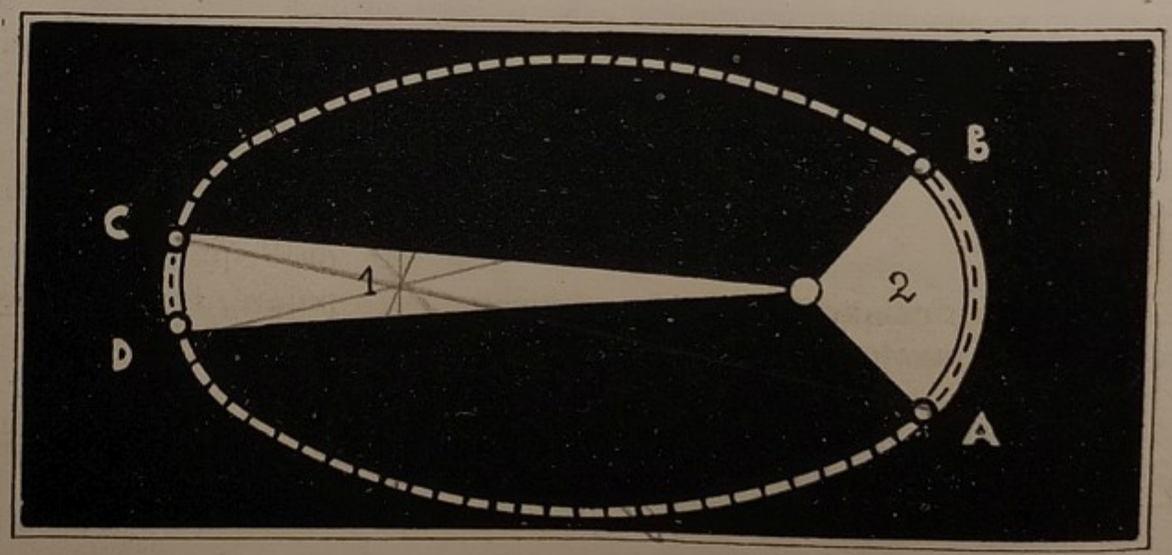


Fig. 108. – Poiché le due superfici 2 e 1 sono eguali, la Terra impiega tempi eguali per percorrere AB e CD, e cioè in perielio (AB) la velocità di rivoluzione è maggiore che in afelio (CD).

taneo e dalla direzione di caduta verso il Sole che costantemente attira a sé il nostro pianeta.

2) *La Terra percorre la sua orbita con velocità variabili da un minimo all'afelio a un massimo in perielio* (1).

Con maggior precisione: i tempi sono proporzionali alle superfici anziché agli archi; data la distanza diversa nelle varie posizioni è ovvio che in afelio la velocità sia minore che in perielio (vedi figura).

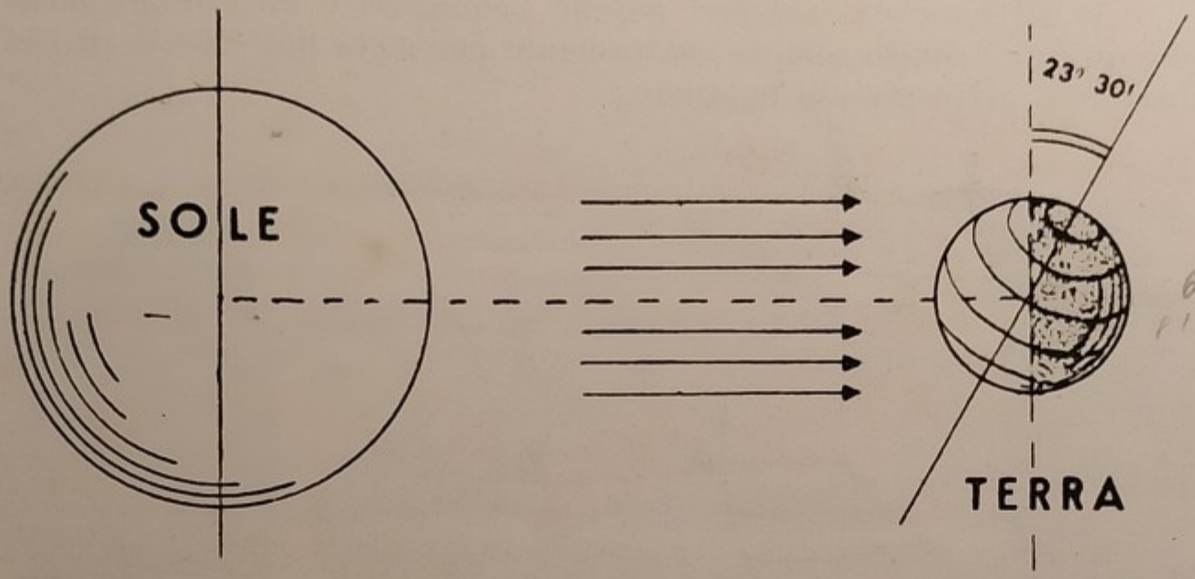


Fig. 109. — L'asse della Terra è inclinato di 23°30 rispetto all'asse del piano dell'eclittica e perciò, grossolanamente, all'asse del Sole. I raggi solari giungono alla minuscola Terra paralleli determinando perciò un emisfero in ombra e un emisfero in luce separati dal circolo di illuminazione, che è un circolo massimo.

3) *L'asse terrestre è inclinato di 23°30' rispetto all'asse dell'eclittica* (che è poi l'asse del Sole) e si mantiene *sempre parallelo* a se stesso durante l'intera rivoluzione.

4) il tempo impiegato dalla Terra a compiere un intero giro di rivoluzione chiamasi *anno*.

11. - **Durata del periodo di illuminazione.** — Considerando la grande distanza fra la Terra e il Sole e la grandiosità di questo, rispetto al nostro piccolo pianeta, si comprende facilmente come i raggi solari imbevono di sé tutta la Terra (una ben minima parte di tutti quelli radianti dal Sole) giungendo a questa come un fascio di raggi *paralleli*.

Se il circolo di illuminazione tagliasse sempre tutti i paralleli in due parti eguali, evidentemente ogni punto sulla Terra avrebbe ogni giorno il dì eguale alla notte: 12 ore per l'uno, 12 ore per l'altra. Questo avverrebbe nel caso che l'asse terrestre fosse parallelo

(1) La velocità della Terra nella sua orbita è di circa 30 km. al secondo, e cioè di circa 2.500.000 km. al giorno.

all'asse solare; ma poiché il primo è inclinato di 23°30′ rispetto al secondo, ciò in generale non può avvenire; il dì è diverso dunque dalla notte. E quanto maggiore è rimasto il lembo di parallelo in ombra, tanto maggiore è la durata della notte, quindi minore quella del dì, e viceversa. Però vi è qualche caso in cui il giorno è uguale alla notte, e cioé:

1) all'*equatore, sempre*, perché l'equatore è un circolo massimo e quindi è diviso sempre esattamente per metà dal circolo di illuminazione, altro circolo massimo;

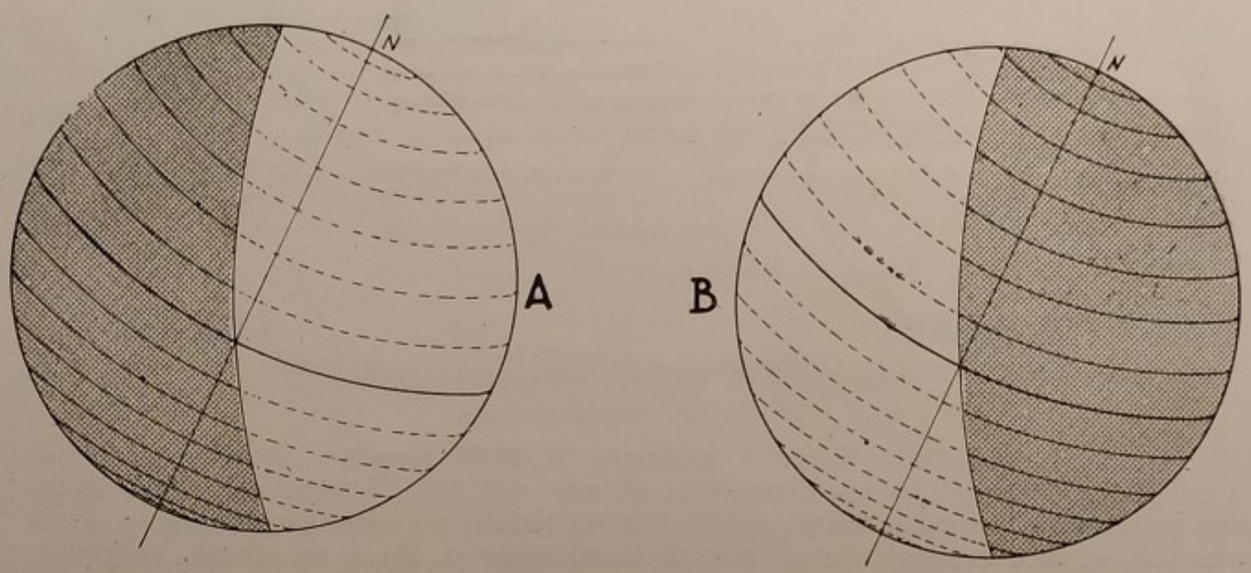


Fig. 110. - Il circolo d'illuminazione al 21 giugno (A; estate boreale e inverno australe) e al 22 dicembre (B; estate australe e inverno boreale). Si esaminino i due tratti in cui ogni parallelo è stato suddiviso dal circolo d'illuminazione e si comprenderà meglio il fenomeno della varia durata del giorno e delle notti e il fenomeno conseguente delle stagioni.

2) su tutti i punti della Terra al 21 *marzo* e al 22-23 *settembre*, perché in questi due giorni (e solo in questi due!) il circolo di illuminazione coincide con un meridiano e perciò viene a dividere tutti i paralleli in due parti uguali determinando per ogni punto di essi 12 ore di illuminazione e 12 di ombra; e questo non perché l'asse terrestre si sia raddrizzato, ma per la particolare posizione intermedia assunta.

12. - **Le fasi del movimento di rivoluzione.** — Ed ora seguiamo la Terra nel suo movimento di rotazione.

1) *Al* 21 *giugno* i raggi giungono verticali su tutti i punti situati a 23°30′ di distanza dall'equatore verso nord, vale a dire sul Tropico del Cancro. Tutti i punti che non giacciono sul tropico ricevono invece raggi inclinati.

Il circolo di illuminazione passa in quel giorno distante dai due poli 23°30', passa, cioé, per i due Circoli Polari, in modo però da lasciare il Circolo Polare Artico tutto illuminato e quello Antartico tutto allo scuro. Esso taglia tutti i paralleli compresi tra i due circoli polari in due parti diseguali, in modo che la parte soggetta al Sole è maggiore o minore di quella immersa nell'ombra e quindi, per

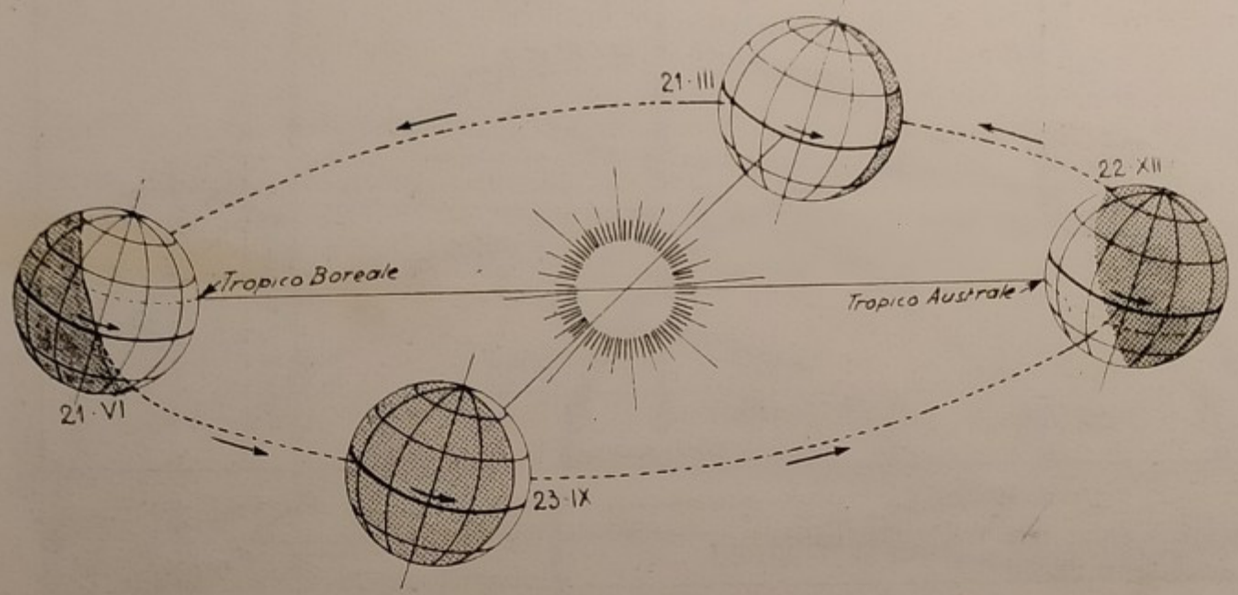


Fig. 111. – Il movimento di rivoluzione della Terra attorno al Sole: osservare bene su quale parallelo il Sole manda i suoi raggi verticalmente nelle diverse stagioni ché da questo dipendono le stagioni. Solo al 21 Marzo e al 23 Sett. il circolo di illuminazione coincide con un meridiano dividendo così tutti i paralleli in due parti eguali e perciò con giorni eguali dovunque alle notti.

la rotazione della Terra, ogni punto di parallelo, seguendo questo nel suo movimento, avrà una durata più o meno lunga del dì (parte illuminata) rispetto a quella della notte (parte in ombra). Un attento esame della figura ci farà meglio comprendere questo fatto più che tante spiegazioni.

Potremo chiamare *circolo polare artico il parallelo sul cui orizzonte il Sole, il* 21-22 *giugno, rimane* 48 *ore consecutive;* circolo polare antartico, invece, il parallelo sul cui orizzonte, al 21-22 giugno, il Sole non compare per 48 ore. Sui circoli polari vi è pertanto un dì ed una notte a distanza, vedremo di sei mesi, che durano ciascuno 48 ore consecutive.

2) *Al* 22-23 *settembre* il Sole batte a perpendicolo sull'equatore e quindi il circolo di illuminazione passando per i poli coincide con un meridiano. Dunque tutti i paralleli sono in tal giorno divisi dal circolo di illuminazione in due parti eguali; dunque, dall'uno all'altro polo, giorno e notte hanno egual durata.

3) *Al* 22 *dicembre* il Sole batte a perpendicolo sul tropico del Capricorno. Nel nostro emisfero le giornate sono andate ancora continuamente diminuendo e le notti aumentando di durata, mentre l'opposto è avvenuto per l'emisfero australe e mentre ogni punto entro il circolo polare artico, oggi uno, domani l'altro, è caduto e vi rimarrà per mesi, settimane, giorni, sotto l'impero della notte.

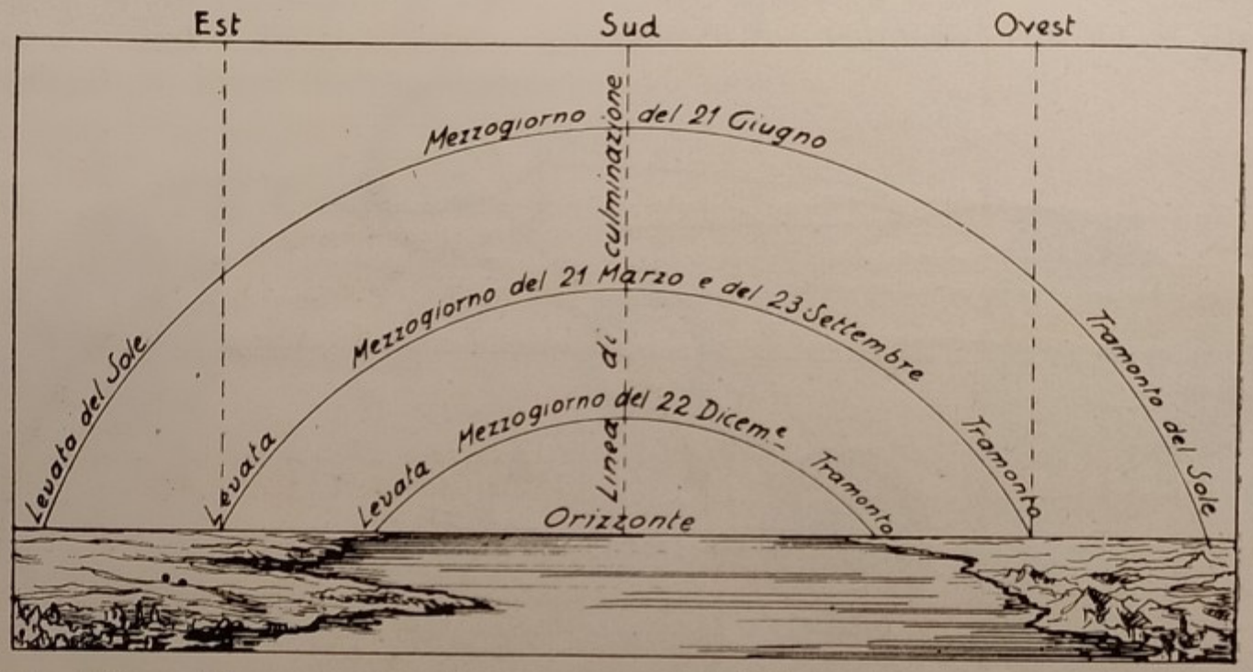


Fig. 112. — L'arco apparente percorso dal Sole nelle varie stagioni. La linea di culminazione coincide con un meridiano.

Ogni punto situato entro il circolo antartico nello stesso modo è entrato nella regione della luce per rimanerci altrettanto tempo.

4) *Dal* 22 *dicembre al* 21 *marzo* siamo nella posizione opposta a quella assunta dalla Terra dal 21 giugno al 22 settembre: il Sole tende ancora a trovarsi allo zenit d'ogni punto situato sull'equatore e le nostre giornate sono andate allungandosi.

Al 21 *marzo* il giorno è ancora, su ogni punto della Terra, eguale in durata alla notte. Il polo nord entra nel giorno di sei mesi, il polo sud nella notte altrettanto lunga.

5) *Dal* 21 *marzo al* 21 *giugno*, il sole si sposta sempre più a nord tornando al tropico del Cancro donde noi abbiamo cominciato a seguire il corso della Terra.

Conclusione: il Sole, si sposta apparentemente entro un limite alquanto piccolo, di 47° circa, e cioé 23° 30′ a nord e 23° 30′ a sud dell'equatore.

Possiamo perciò chiamare *Tropici i paralleli su cui il Sole manda verticalmente i suoi raggi il* 21 *giugno* (tropico del Cancro, boreale) *o il* 22 *dicembre* (tropico del Capricorno, australe). E tropico (dal greco *tropo* = io mi volto)) significa che il sole giunto alo zenit del parallelo tropico *si rivolta* per tornare all'altro tropico.

Si comprende ora per quale motivo i tropici si trovino distanti 23° 30' dall'equatore e i circoli polari 23° 30' dai due poli. Se l'asse terrestre fosse inclinato, invece che di 23° 30', di 42°, i tropici giungerebbero a 42° (= Roma) e i circoli Polari a 48° (= Alpi).

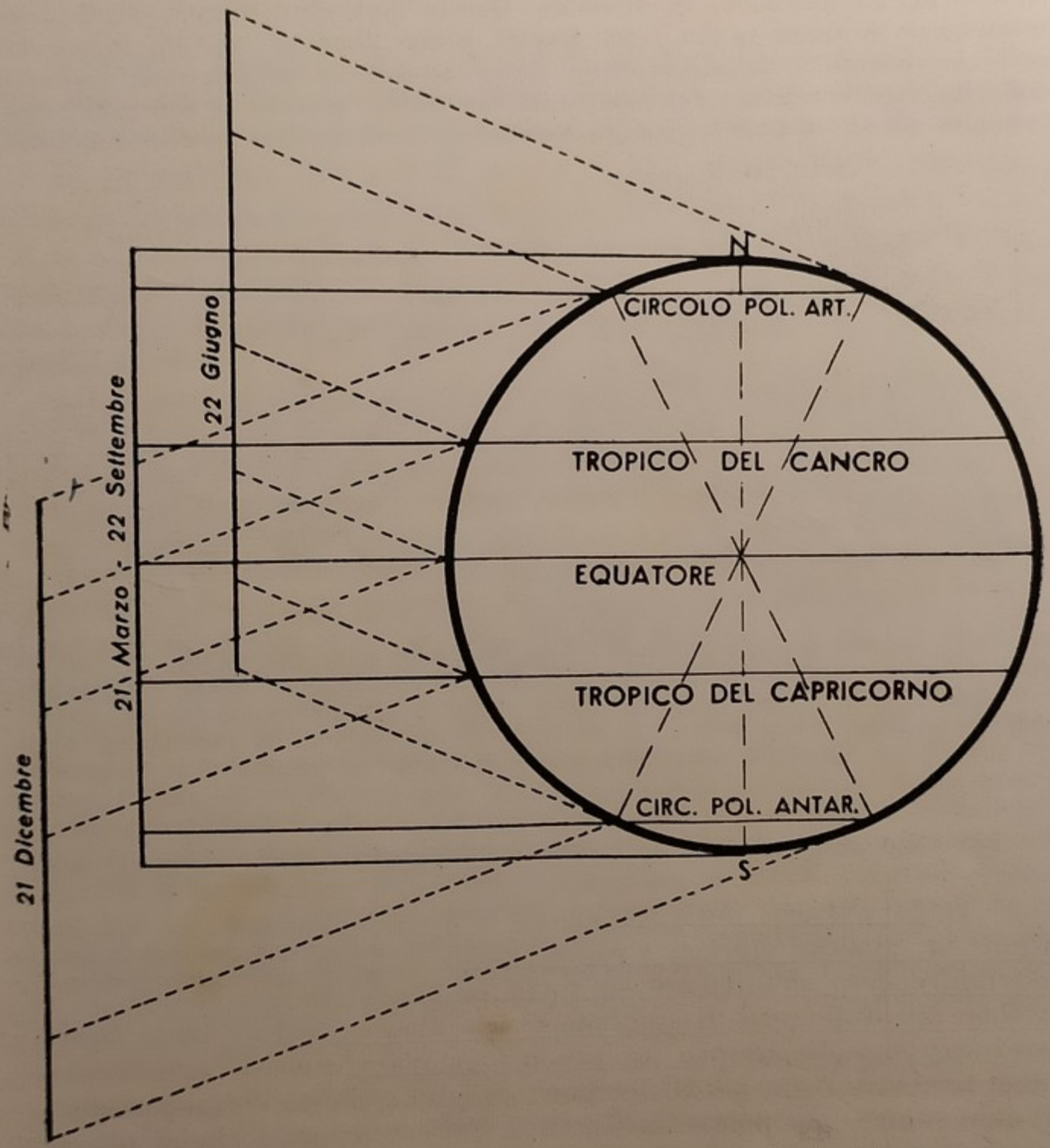


Fig. 113. - Il passaggio dei raggi solari (sempre paralleli) dal 21 Dicembre al 22 Giugno (derivato dalla rivoluzione della Terra e dalla inclinazione dell'asse di questa e non dallo spostamento diretto dei raggi solari) con le conseguenze climatiche derivate.

Noi non ci accorgiamo di tutto questo movimento, perché siamo ingannati da molte illusioni. Noi vediamo che il Sole non sorge e tramonta sempre nel medesimo posto, bensì in posti diversi: e ciò avviene in modo che l'arco descritto dal moto apparente del Sole sull'orizzonte diventa sempre più ampio dal 21

dicembre al 21 giugno, per restringersi ancora dal 21 giugno al 21 dicembre; ma in realtà dopo il tramonto il sole continua il suo giro apparente anche nell'altro emisfero. Collegando allora tutti questi archi (parte visibile ed invisibile), si viene ad ottenere una spirale che va sempre più ampliandosi fino ad un massimo dal 21 dicembre al 21 giugno per poi restringersi fino ad un minimo dal 21 giugno al 21 dicembre. Questa apparente doppia spirale, che nello spazio è compresa tra i due tropici, è una illusione derivata invece dal reale movimento di *rotazione* della Terra attorno al proprio asse (= arco descritto apparentemente dal Sole) e di *rivoluzione* attorno al Sole con l'asse inclinato sempre di 23°30′ e sempre parallelo a se stesso (= variare dell'arco).

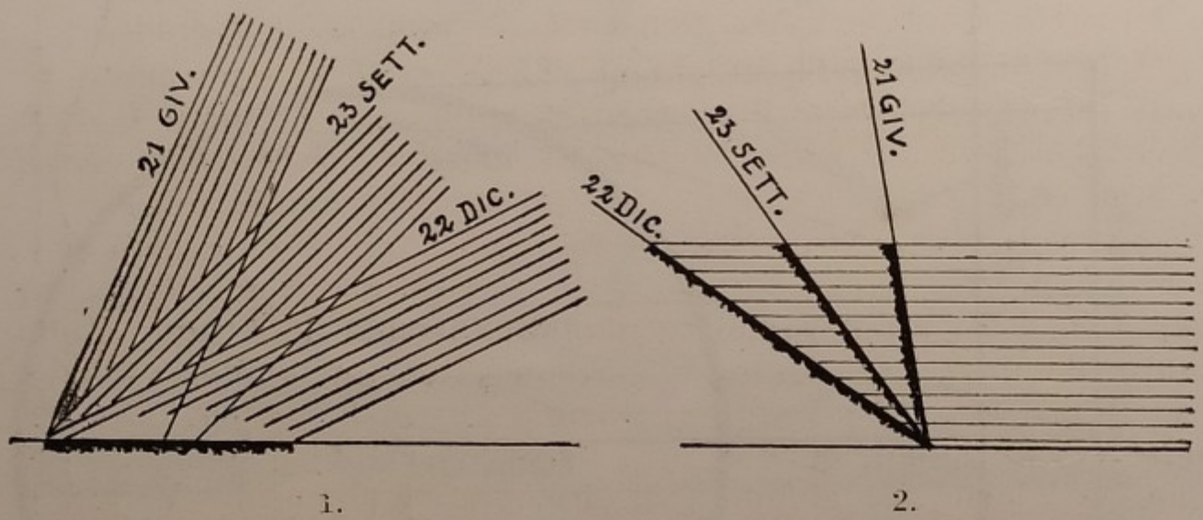


Fig. 114. - Come sembra che il Sole in un luogo vada spostando la inclinazione dei suoi raggi dal 21 giugno al 22 dicembre e come in relatà ciò dipenda dall'offrirsi dello stesso lembo di terra meno o più obliquamente ai costantemente paralleli raggi solari, in rapporto al movimento di rivoluzione della Terra e alla inclinazione dell'asse di questa.

13. - **Le stagioni.** — Le cause fondamentali delle stagioni sono due:

1) *La sfericità della Terra*. Se la Terra fosse piana o, meglio, cilindrica, anziché sferica, i raggi solari, cadendo tutti paralleli, si distribuirebbero egualmente su tutta la Terra. In tal modo non vi sarebbe più differenza di stagione fra le diverse regioni della Terra. Dovunque sarebbe sempre inverno o primavera o estate secondo che l'asse terrestre fosse parallelo, poco obliquo o molto obliquo rispetto all'asse solare. Ma poiché la Terra è sferica, le parti che si offrono perpendicolarmente o quasi ai raggi del Sole sono le più riscaldate, mentre le altre laterali che si offrono più o meno obliquamente sono meno o più riscaldate.

2) *L'inclinazione dell'asse terrestre* sull'asse del Sole. Se l'asse terrestre fosse parallelo, e sempre, all'asse del Sole, il circolo di illuminazione corrisponderebbe sempre ad un meridiano e quindi sempre dividerebbe tutti i paralleli in due parti eguali, e cioé il giorno sarebbe, sempre e dovunque, eguale alla notte. All'equatore eterna

estate, da noi eterna primavera, verso i poli inverno, non però rigidissimo. Ma poiché l'asse è inclinato, la durata del giorno e della notte varia da punto a punto e nello stesso punto da periodo a periodo. Solo all'equatore il giorno è sempre eguale alla notte.

Da ciò deriva l'alternanza delle stagioni. Esaminiamo come queste si succedono in Italia.

L'*inverno* comincia il 22 dicembre. Il Sole è allo zenit sul tropico del Capricorno (emisfero Sud). Giornate brevi. Debole intensità di illuminazione e riscaldamento solare. Termina il 21 marzo.

La *primavera* s'inizia il 21 marzo. Il Sole è allo zenit sull'equatore. Dovunque il dì è eguale alla notte. Termina il 21 giugno.

L'*estate* incomincia il 21 giugno. Le giornate si sono molto allungate ed è aumentata l'intensità d'irradiazione solare. Il Sole brilla allo zenit del tropico del Cancro (emisfero Nord). Termina il 23 settembre.

L'*autunno* si inizia il 23 settembre e termina il 22 dicembre. Il Sole discende dall'equatore ancora al tropico del Capricorno. Le giornate sono andate e vanno tuttora diminuendo di durata. Molta obliquità dei raggi solari e quindi debole intensità luminosa e calorifica. 21 marzo e 23 settembre chiamasi giorni di *equinozi* (di primavera e di autunno), perché in quei due giorni, dovunque, la notte è uguale al giorno; 21 giugno e 22 dicembre chiamansi invece giorni di *solstizi* (di estate e di inverno), perché in quei due giorni il Sole ristà sul rispettivo tropico per ritornarsene all'altro.

Nell'emisfero australe è l'opposto. A Buenos Aires, per es. il dicembre rappresenta la piena estate, e cioè equivale al nostro giugno, ma naturalmente chiamasi, come da noi, dicembre; e quindi gli abitanti festeggiano Natale mentre stanno preparandosi per la partenza ai bagni o alla campagna. L'aprile è in autunno, e cioè equivale al nostro ottobre; ma viene chiamato egualmente aprile; ed è in autunno che laggiù si celebrano le Feste Pasquali. Come vedete trattasi veramente d'un mondo nuovo. Mentre noi vediamo il Sole sempre a Sud, essi, nell'emisfero sud, a sud del tropico del Capricorno, lo vedono sempre a nord. Nelle regioni tra i due tropici invece, l'ombra passa da sud a nord col passare del Sole da nord a sud, e l'ombra è minima o nulla due volte all'anno, cioè quando il Sole passa allo zenit.

14. - **Anno.** — Chiamasi *anno solare il tempo che intercede tra due culminazioni successive del Sole allo zenit dello stesso tropico.*

In un anno, cioè durante un intero giro di rivoluzione, ogni punto della Terra compreso tra i circoli polari, in conseguenza della rotazione, si è sottoposto al sole poco più di 365 volte.

Un anno solare è precisamente costituito di 365 g. sol., 5 h., 48′ e 49″ e cioè di circa 365 1/4 giorni solari.

16. - **L'anno civile.** — Il fatto astronomico che un anno non comprende un numero intero di giorni bensì una frazione in più, e il fatto pratico, contra-

stante con quello, che per gli usi comuni della vita *è necessario iniziare ogni nuovo anno con un nuovo giorno*, hanno reso indispensabile degli adattamenti; e cioè si è stabilito di adottare, anziché l'anno solare, l'*anno civile* il quale:

1) comunemente è formato di 365 giorni;

2) ma un anno sopra 4 anni è formato di 366 giorni. Si ha cioè l'anno bisestile (introduzione del giorno *bis sexto Kalendas Martias*) nel quale il febbraio invece di 28 ha 29 giorni. In tal modo aggiungendo un giorno ad ogni

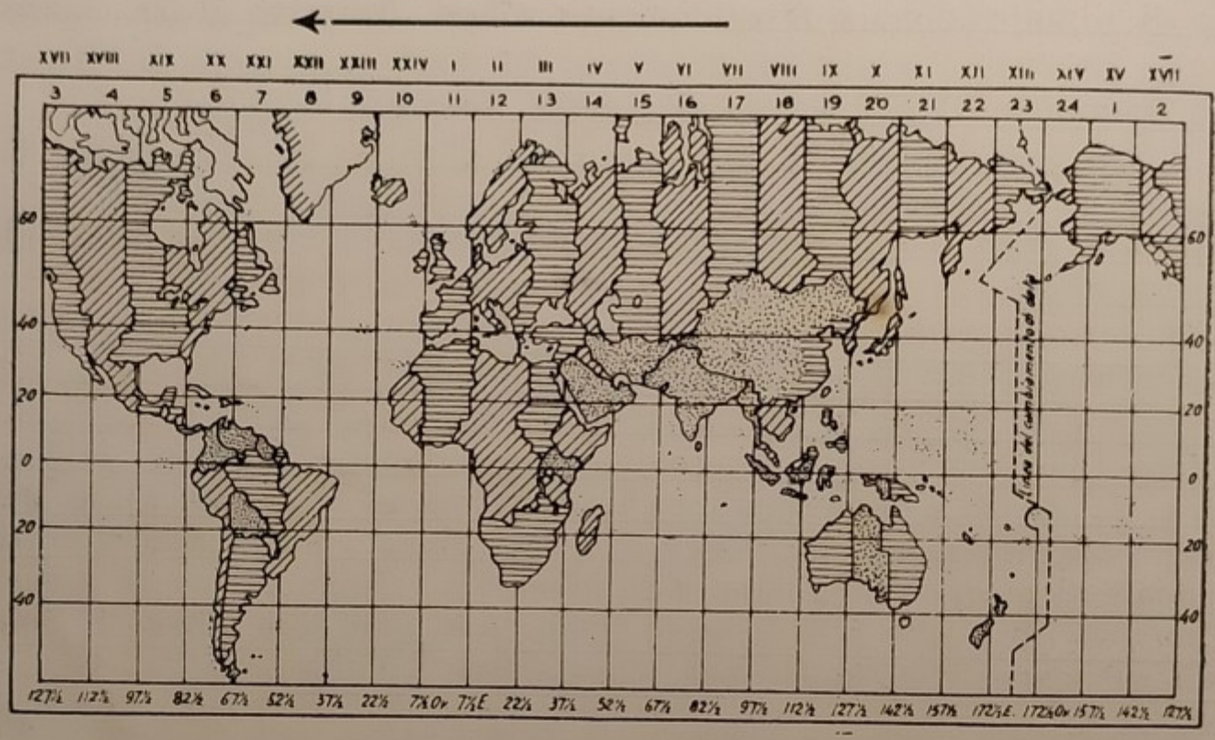


Fig. 115. – I fusi orari della Terra. I territori punteggiati hanno adottato un'ora che differisce di circa mezza ora dalle terre vicine.

4 anni è come se avessimo aggiunto un quarto di giorno ad ogni anno, col vantaggio però di poter iniziare ogni nuovo anno con l'inizio di un nuovo giorno. È a Giulio Cesare (44 a. C.) che si deve la costruzione del calendario con l'anno bisestile; chiamasi perciò Calendario Giuliano.

3) Un'altra riforma per perfezionare il calendario giuliano venne effettuata dal Papa Gregorio XIII nel 1582, il quale tolse il valore di bisestili a quegli anni secolari il cui gruppo delle prime due cifre non fosse divisibile per 4; tolse così tre giorni ogni 400 anni dal Cal. Giuliano. È questo il Calendario Gregoriano, attualmente in uso quasi dovunque. Perciò praticamente: 1) sono bisestili gli anni il cui numero è divisibile per 4 (e cioè il cui gruppo formato dalle due ultime cifre è divisibile per 4), e questo per la riforma giuliana; 2) degli anni secolari sono bisestili solo quelli la cui caratteristica secolare è divisibile per 4; e questo per la riforma gregoriana.

Così ecco alcuni anni bisestili secondo il calendario in uso, che si dovrebbe chiamare giuliano-gregoriano per il fatto che successivamente ambedue vi hanno contribuito: 1600, 1748, 1924, 1936, 1940, 2000; non bisestili: 1700, 1701, 1900, 1925, 1935, 1938, 1999.

17. - **Fusi orari.** — In un dato istante della giornata ogni semimeridiano (vale a dire tutti i punti situati sullo stesso semimeridiano) ha la sua propria ora, che è diversa da quella di tutti gli altri. Attenersi a questa vera ora riesce molto scomodo nelle comunicazioni e rapporti tra i vari paesi situati a longitudini diverse. Per ovviare a questo inconveniente, secondo una Convenzione Internazionale del 1903 si è immaginata la superficie terrestre divisa in corrispondenza dei meridiani in 24 fusi eguali, ognuno evidentemente compreso in 15° di longitudine (360:24=15°), in modo che il meridiano di mezzo del I fuso fosse 0° (= Greenwich) e perciò, degli altri successivi, 15°, 30°, 45°, ecc. Ad ogni fuso, per tutti i suoi punti, corrisponde una data ora convenzionale, e come tale si convenne di assumere l'ora vera del meridiano di mezzo d'ogni fuso. La differenza tra due fusi contigui è sempre di 1 ora.

L'andamento tortuoso dei limiti dei fusi fu poi reso necessario per evitare che lo stesso Stato o una stessa grande Provincia, fosse suddivisa in più d'un fuso.

Il I fuso comprende oltre ad una striscia d'Africa, l'Europa Occidentale (Spagna, Portogallo, Francia, Gran Bretagna) e regola la sua ora sul meridiano di Greenwich (0°); è l'ora di Greenwich o dell'Europa Occidentale; il II fuso comprende, oltre ad un'altra striscia d'Africa (Libia, Nigeria, Congo, ecc.), l'Europa Centrale (Italia, Albania, Jugoslavia, Ungheria, Cecoslovacchia, Austria, Svizzera, Germania, Danimarca, Svezia, Norvegia, ecc.) e regola la sua ora sul meridiano dell'Etna (15°): è l'ora dell'Etna o dell'Europa Centrale.

Alcuni Stati però non si sono ancora uniformati a tale convenzione. Così nell'Europa l'Olanda possiede un'Ora Nazionale (alle ore 12 dell'Europa Centrale corrispondono le ore 11,20 dell'Olanda).

In ogni fuso l'*ora convenzionale* coincide con l'*ora vera* solo per i punti situati sul meridiano centrale dello stesso fuso. La differenza è rilevante per gli Stati estesi in longitudine; nella stessa Italia la differenza tra Otranto e Ventimiglia è di circa 47 minuti. Da ciò deriva il divario tra l'ora delle meridiane (orologi solari) e l'ora degli orologi meccanici. Nelle Stazioni di Confine Statale-Orario i due orologi corrono con un'ora di diversità; sugli orari ferroviari ecc., in questi casi, è sempre bene indicato il tipo di ora usato. Al passaggio del limite del fuso è necessario cambiare l'ora degli orologi. È ovvio che partendo da un qualsiasi punto si guadagna o si perde un'ora per ogni fuso che si attraversa a seconda che lo spostamento avviene verso occidente o verso oriente, cioè a seconda che si segue o si va contro la direzione del movimento apparente del Sole.

Dalla tavola si vede che mentre a Greenwich è mezzogiorno, al 180° merimeridiano (= antimeridiano di Greenwich) è mezzanotte; ma è mezzanotte dello stesso giorno (es.: Lunedì) o del giorno antecedente (es. Domenica) a seconda che supponiamo di giugervi diretti verso Est o verso Ovest. Si è perciò convenuto che il 180° meridiano divida il XIII fuso in due semifusi aventi la stessa ora, ma distanti di 1 giorno; tale linea convenzionale, che non coincide esattamente con il meridiano 180°, chiamasi *linea delle date* o *del cambiamento di data*. Quindi passando per questa linea si guadagna o si perde un giorno a seconda che si è diretti verso oriente (es. Tokio-S. Francisco) o verso occidente (S. Fr.-Tokio). Chi si proponesse di compiere il giro del mondo, a giro ultimato, qualunque sia la direziooe seguita, non sarebbe né in vantaggio né in perdita, perché le 24 ore guadagnate o perse nel passare attraverso i 24 successivi fusi, verrebbero perse o riguadagnate al passaggio sulla linea delle date.

CAPITOLO II.

Carte geografiche e topografiche
Loro lettura

1. - **Rappresentazioni grafiche della Terra.** — Per avere una conoscenza della superficie terrestre, per poterla più facilmente percorrere e poterla meglio esaminare nei suoi *fenomeni* superficiali è necessario fare uso delle *rappresentazioni* grafiche di essa. Queste possono essere le fotografie, disegni, i plastici e, sopratutto, i globi terrestri e le carte geografiche, delle quali unicamente parleremo in questo capitolo.

1) *Globi terrestri*: rappresentano in modo esatto la superficie della Terra. Ma se essi sono di piccole dimensioni, non vi possiamo riscontrare tutti quei particolari che ci interessano di una regione vasta anche solo per es. come l'Italia; se di dimensioni rilevanti riescono poco maneggevoli.

2) *Carte geografiche*: sono rappresentazioni dell'intera superficie terrestre o di parti di essa su di una superficie piana; sono sotto ogni aspetto preferibili ai globi.

Tutto quanto si può dire delle carte geografiche lo possiamo riferire a queste tre loro caratteristiche:

1) Sono *approssimate, cioé non perfettamente esatte,* dato che la superficie della Terra, che è sferica, non è sviluppabile su di un piano.

2) Sono *ridotte,* rispetto alla superficie rappresentata, secondo un rapporto che chiamasi *scala.*

3) Sono *simboliche,* dovendo sempre rappresentare i più diversi fenomeni, ognuno con simboli speciali, e specialmente il terreno collinoso o montuoso.

2. - **Le carte geografiche sono approssimate.** — Le carte geografiche essendo piane sono *approssimate,* mai esatte, perché una

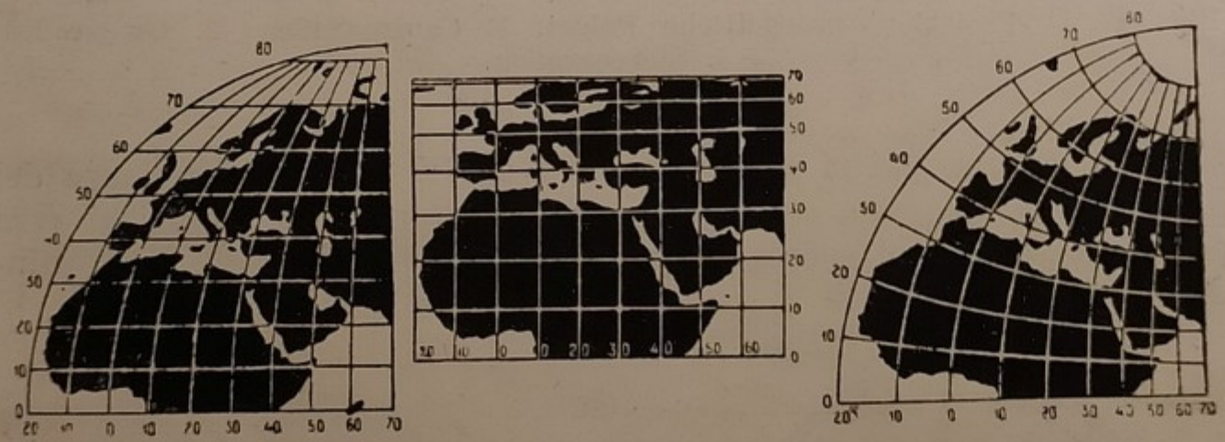
figura sferica non è riproducibile su di un piano senza che venga deformata. Sono però errori *calcolabili*. La loro costruzione si riduce essenzialmente alla costruzione della rete dei *paralleli* e *meridiani*, dai quali solo è possibile localizzare esattamente tutti i punti della superficie terrestre.

Una carta dicesi *conforme* quando rappresenta con esattezza le forme delle regioni, *equivalente* quando le rappresenta con superfici in esatte proporzioni, *equidistante* se le distanze sono mantenute proporzionali. Poiché le carte non sono esatte, non possono avere contemporaneamente queste tre proprietà.

Per la rappresentazione cartografica si deve far uso delle *Proiezioni Cartografiche* così chiamate perché queste in molti casi rispondono a vere proiezioni geometriche; infatti si ottengono *supponendo* di proiettare sopra un *piano*, o sopra una superficie *sviluppabile poi in un piano* (cilindro, cono), la rete dei gradi e cioè tutti i punti della Terra.

3. - **Tipi di proiezioni.** — Si hanno comunemente tre tipi di proiezioni: proiezioni *prospettiche* (ortografica, stereografica, centrografica; equatoriali, polari, ecc.); proiezioni di *sviluppo* (cilindriche, coniche); proiezioni *convenzionali*.

In ogni caso la proiezione della rete sferica è costituita da una rete piana.



1. 2. 3.

Fig. 116. — Uno stesso semi-emisfero della Terra rappresentato secondo i diversi tipi di proiezione. 1. Ortografica; 2. Cilindrica (ortografica); 3. Stereografica. Osservare le diverse forme e superfici assunte da una regione, ad es., dalla Gran Bretagna.

1) *Proiezioni prospettiche*. — Si suppone di proiettare la rete dei gradi su un piano tangente la sfera in un punto; il punto-sorgente di luce si suppone situato: o all'*infinito* (ed in tal caso i raggi

proiettati sono paralleli tra loro e perpendicolari al piano tangente), o *sulla sfera all'antipodo* del punto di tangenza, o *al centro* della sfera. Si hanno così i seguenti corrispondenti tipi di proiezione: *ortografica, stereografica, centrografica.*

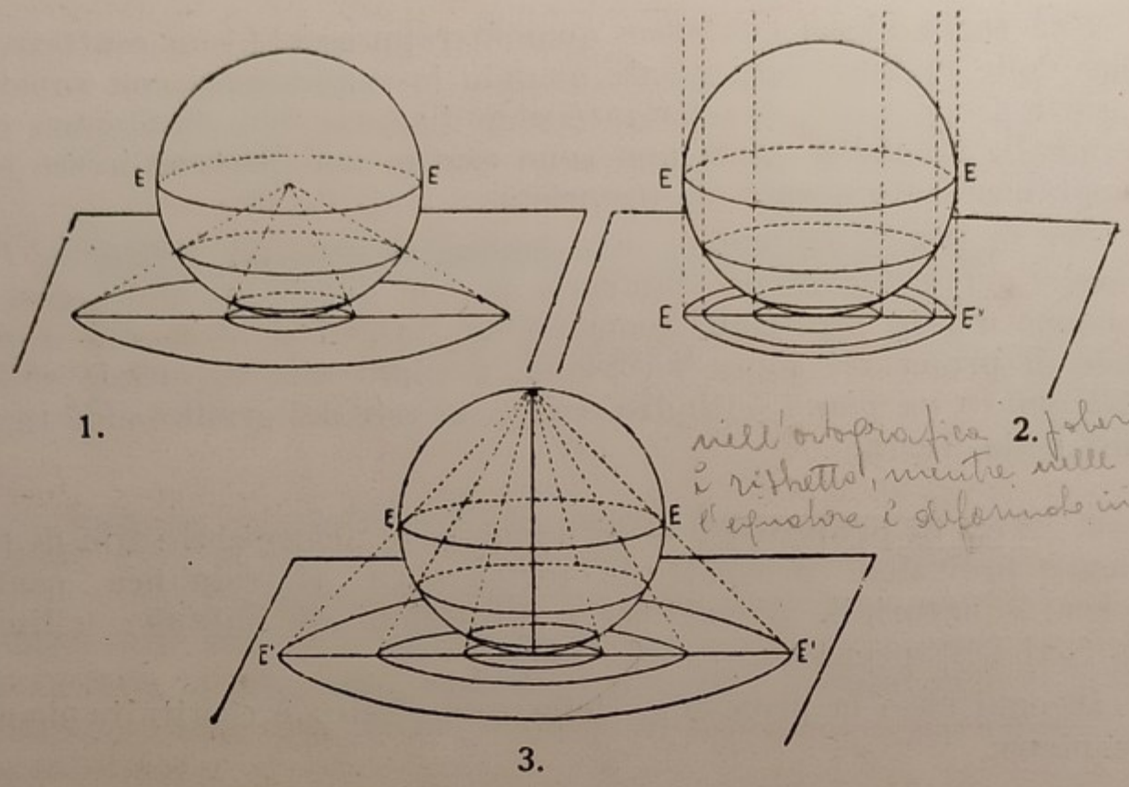


Fig. 117. — Proiezioni prospettiche Polari. 1. Centrografica; 2. Ortografica; 3. Stereografica.

Per ognuna poi si potrà supporre che il punto di tangenza del piano sia: o un *polo,* o un punto dell'*equatore.* Per ognuna si avrà perciò la proiezione *polare* o quella *equatoriale.* In totale sono quindi 6 tipi fondamentali.

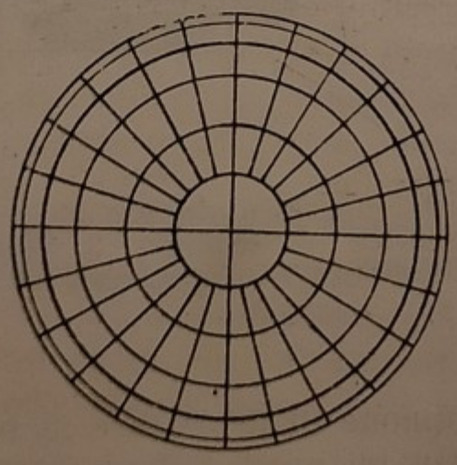


Fig. 118. — Proiezione prospettica ortografica polare.

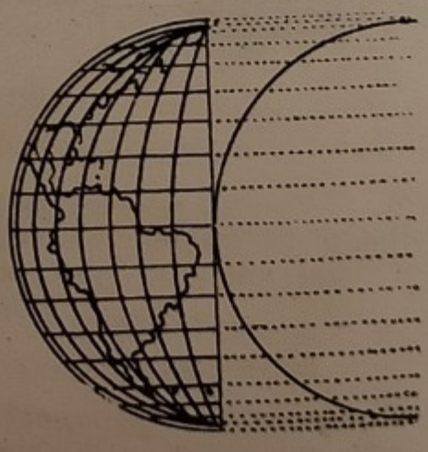


Fig. 119. — Proiezione prospettica ortografica equatoriale.

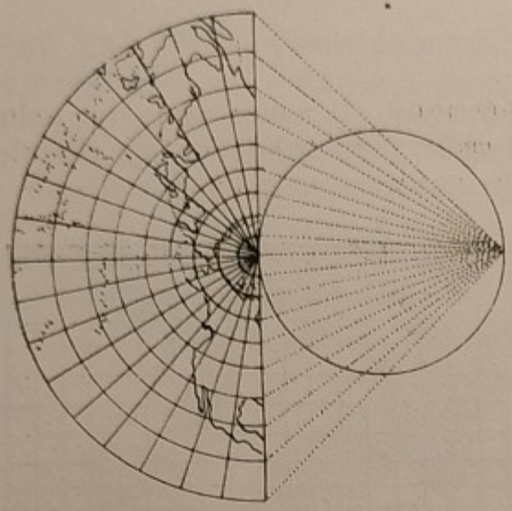


Fig. 120. — Proiezione prospettica stereografica polare.

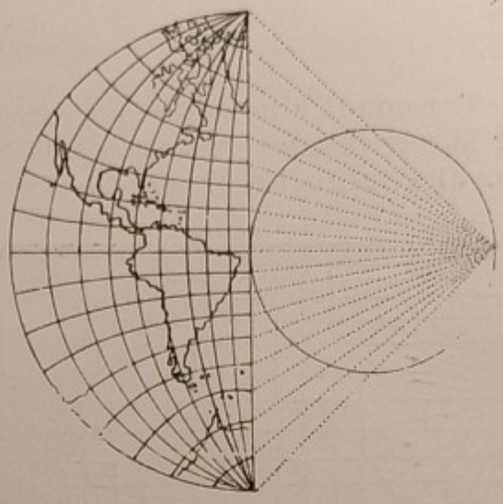
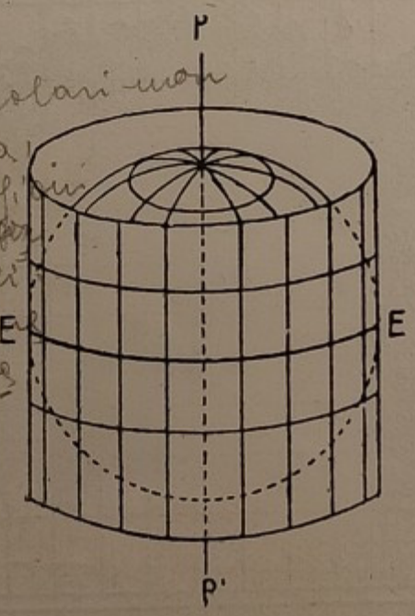


Fig. 121. — Proiezione prospettica stereografica equatoriale.

2) *Proiezioni cilindriche.* — Queste si suppongono derivate dalla proiezione della rete sferica dei gradi su di una superficie cilindrica tangente alla sfera, superficie che viene poi sviluppata a rettangolo.



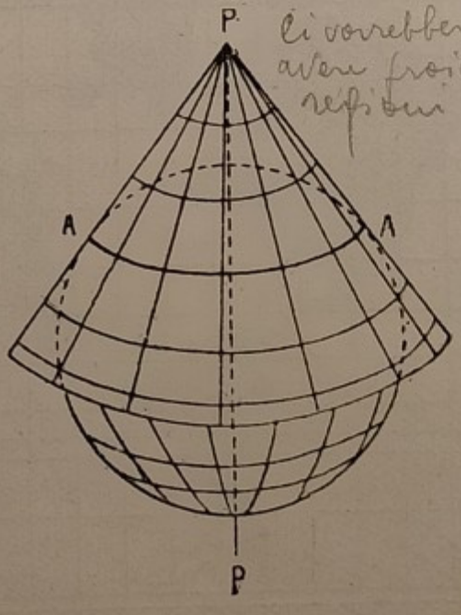


Fig. 122. — Proiezione di sviluppo.

cilindrica conica

Anche qui si hanno le ortografiche, le centrografiche e le stereografiche. In ogni caso i meridiani ed i paralleli sono *rettilinei* e regolarmente paralleli tra loro.

Tra questi è notevole la proiezione di Mercatore (1) molto usata un tempo per la navigazione. In questa proiezione l'eccessivo distanziamento dei paralleli alle alte latitudini fa sì che le regioni circumpolari vengano riprodotte in

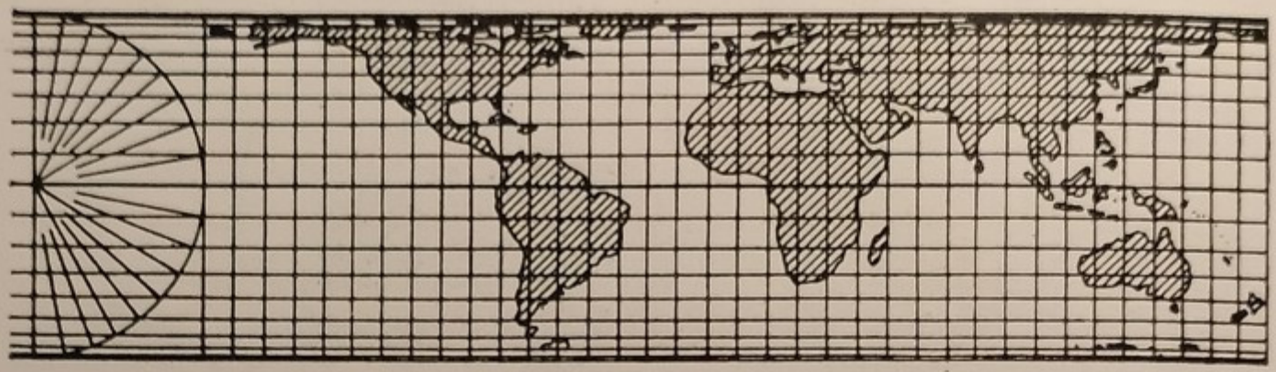


Fig. 123. — Proiezione di sviluppo cilindrico ortografica.

dimensioni esagerate dando così un concetto affatto erroneo del rapporto di estensione dei vari paesi. Così la Siberia, l'America Settentrionale, la Groenlandia e l'Antartide vi figurano di ampiezza molto più grande della reale; la

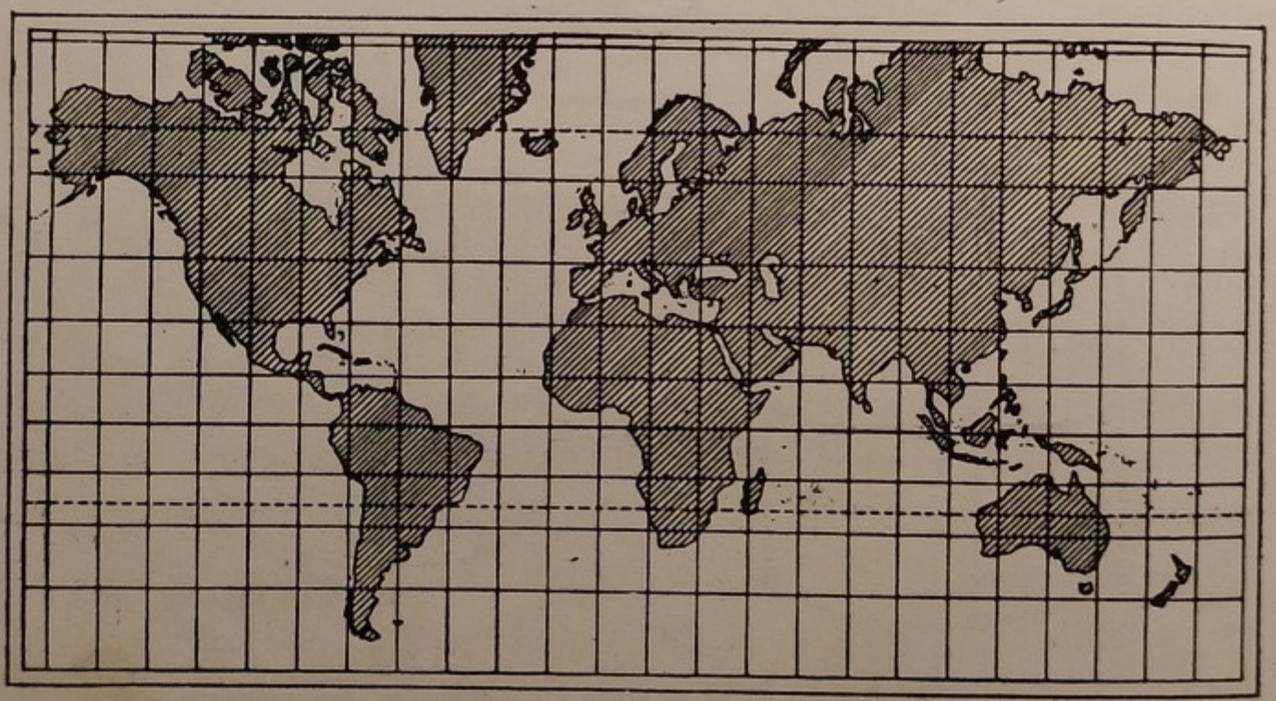


Fig. 124. — Proiezioni di Mercatore (di sviluppo cilindrico, quasi stereografica).

Groenlandia pare più grande dell'Australia e dell'Europa, mentre non ne è rispettivamente che la terza e la quarta parte; le isole Svalbard sembrano estese quanto l'Inghilterra; la Norvegia più estesa dell'Arabia.

3) *Proiezioni coniche.* — Sono date dallo sviluppo sul piano di una superficie laterale di un cono retto tangente ad un emisfero

(1) Ne fu inventore l'olandese Gerardo Kauffmann (1560), detto alla latina « Mercator ».

lungo una linea. Comunemente nelle coniche polari i meridiani sono rappresentati da rette e i paralleli da archi concentrici.

4) *Proiezioni convenzionali.* — Queste carte non sono dedotte da alcun tipo di proiezioni geometriche. In generale tendono ad essere equivalenti piuttosto che conformi, dato che per gli usi pra-

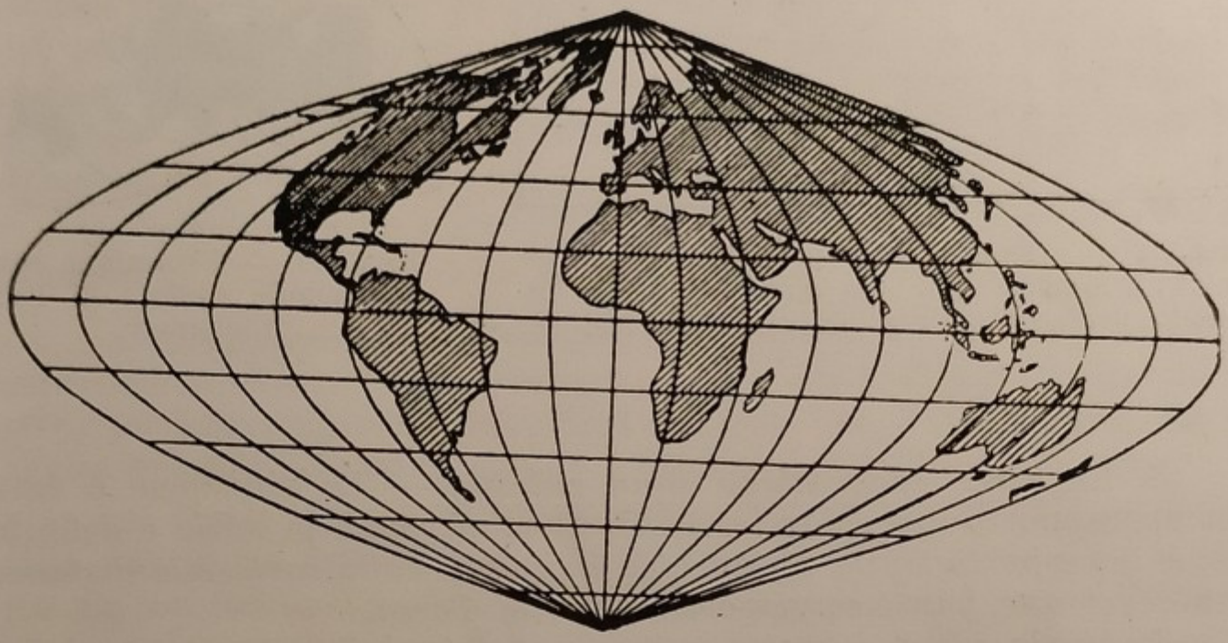


Fig. 125. — Proiezione convenzionale di Sanson-Flamsteed.

tici è più utile il primo carattere che il secondo. Le figure qui appresso ne rappresentano alcuni tipi principali.

Fig. 126. — Proiezione convenzionale di Mollweide.

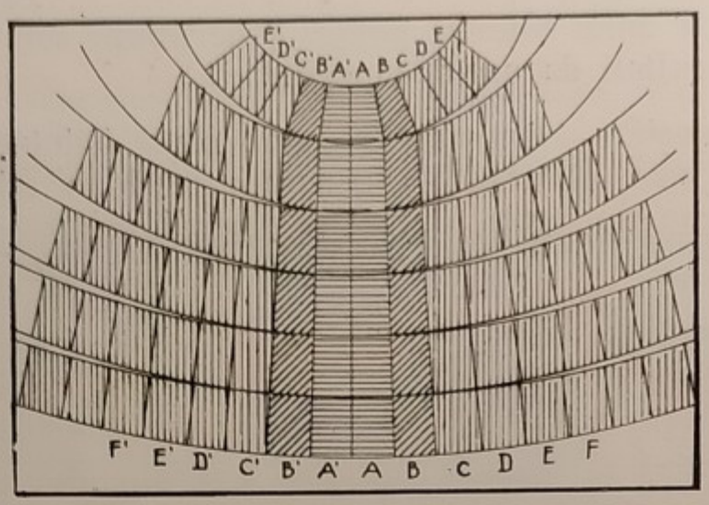


Fig. 127. — Proiezione convenzionale policonica; i singoli fogli non possono aderire in modo perfetto su un piano; sì, invece, su una sfera.

Fig. 128. — Proiezione convenzionale stellata di Bartholomew.

3. **Le carte geografiche sono ridotte.** — La riduzione è data da un rapporto che chiamasi *scala*. Comunemente la *scala* è definita come il *rapporto tra la distanza di due punti sulla carta e la distanza reale dei due punti corrispondenti sulla Terra*.

La scala viene espressa con una *frazione* il cui numeratore è l'unità, ed il denominatore esprime praticamente il numero per cui si deve moltiplicare una distanza sulla carta per avere la distanza reale corrispondente sulla superficie terrestre.

Nella carta topografica al 25.000 (scala: 1/25.000), 1 cm. rappresenta 25 mila cm. (m. 250) e km. 1 è rappresentato da cm. 4; nella carta al 100.000, km. 1 è rappresentato da cm. 1.

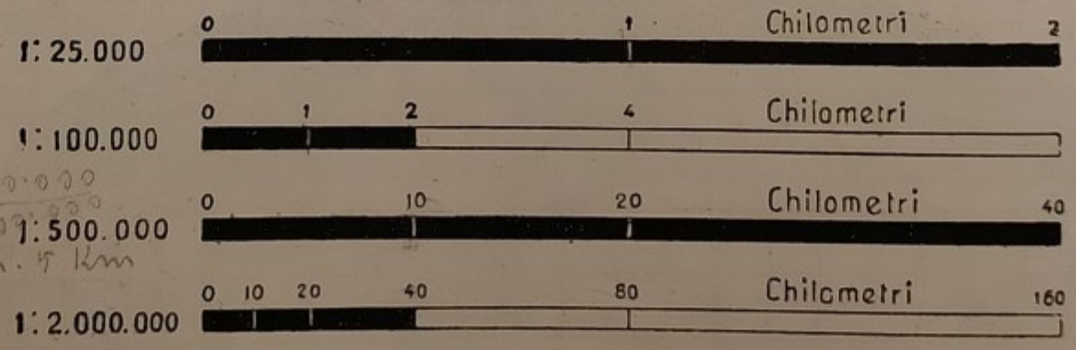


Fig. 129 — Quattro tipi di scala grafica.

La scala espressa con un rapporto numerico chiamasi *scala numerica*. Altra scala è quella *grafica* rappresentata da un segmento suddiviso in minori tratti ad ognuno dei quali corrisponde una data lunghezza sul terreno, segnata.

In calce ad ogni carta è comunemente indicata tanto la *scala grafica* quanto la *scala numerica*.

Naturalmente la scala rappresenta un rapporto di lunghezze e non di superfici. Per le aree si procede secondo i quadrati. E cioé: una carta al 100.000 è rappresentata non da 2, ma da 4 carte al 50.000, non da 4 ma da 16 carte al 25.000 ecc.

Poiché la *scala* è un rapporto in cui il denominatore è sempre maggiore del numeratore, naturalmente a denominatore minore corrisponde scala maggiore, e viceversa: la scala al 25.000 è maggiore di quella al 100.000.

In relazione alla scala si hanno i seguenti tipi di carte geografiche:

1) *Mappamondi* e *planisferi*: quando rappresentano tutta la superficie terrestre, come indicano le parole: mappa del mondo e sfera terrestre, su un piano. Generalmente hanno una scala che si aggira sui 100 milioni (1 cm. = 1000 Km.).

2) *Carte geografiche* propriamente dette: quando rappresentano una parte della Terra o dei continenti, ad es. l'Europa, l'Italia. La loro scala si aggira intorno a 1-3 milioni (1 cm. = 10-30 km.).

3) *Carte corografiche*: se riproducono una regione non molto estesa, ad es. la Lombardia. La parola « corografica » significa appunto: disegno d'una regione. La loro scala si aggira intorno a 1 : 250 mila. Le carte comuni del Touring Club Italiano appartengono a questa categoria.

4) *Carte topografiche*: se riproducono un piccolo lembo di regione, una parte di provincia. La parola « topografica » significa: disegno d'una località. Appartengono a questo tipo le carte al 100 mila, al 50 mila e al 25 mila più in uso, pubblicate dall'Istituto Geografico Militare di Firenze ed alcune bellissime recenti del T. C. I.

5) *Mappe* e *piante di città*, in cui la scala è sul 5 mila.

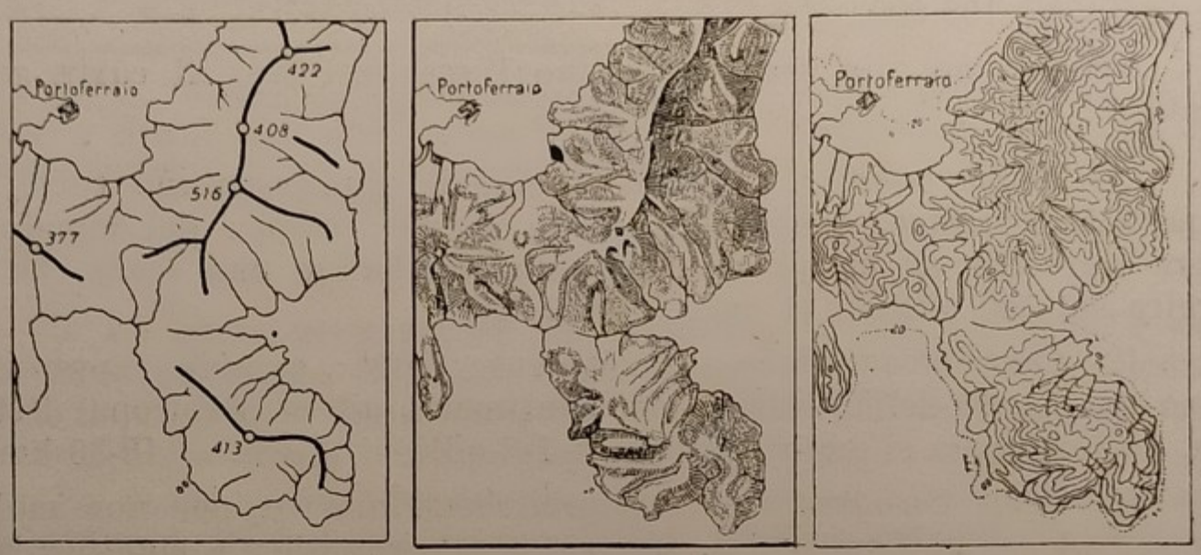
Naturalmente con l'aumentare della scala, cioè col diminuire della vastità della regione riprodotta, aumenta anche la precisione del contorno e del disegno e il numero dei particolari. Per fare un viaggio a piedi sarà sufficiente una carta topografica; per uso ferroviario o automobilistico, sarà invece più opportuna una carta corografica; per un lungo viaggio aereo o per avere un'idea generale dell'Italia, una carta geografica.

Aumentando la scala può essere aumentato il numero dei simboli.

La carta topografica fondamentale del Regno d'Italia rilevata dall'Istituto Geografico Militare (I. G. M. I.) di Firenze, è alla scala di 1:100.000 (1 cm. è uguale a 1 km.) e si compone di 325 fogli.

Sono in vendita i fogli della carta d'Italia al 100.000, i quadranti al 50.000 e le tavolette al 25.000. S'intende che ad ogni foglio corrispondono quattro quadranti e sedici tavolette.

4. - **Le carte geografiche sono simboliche.** — A questo riguardo notiamo intanto che, a seconda dei fenomeni più particolarmente rappresentati, si hanno i seguenti tipi di carte: *fisiche* (rilievo, coste, fiumi), *orografiche* (monti), *idrografiche* (fiumi, coste), *politiche* (stati, suddivisioni amministrative, città), *etnografiche* (popoli), *demografiche* (densità di popolazione), *economiche* (prodotti naturali e industriali), *zoogeografiche*, *fitogeografiche*, *geologiche*, ecc.



1. 2. 3.

Fig. 130. — Simboli per la rappresentazione del rilievo. 1. al tratto forte; 2. al tratteggio; 3. con le isoipse.

linee batimetriche = di depressione

Così dei simboli diciamo solo per quanto riguarda il modo di rappresentare il rilievo perché gli altri simboli (strade, ferrovie, ponti, mulini, risaie, paludi, vigneti, boschi, fiumi, ecc.) sono noti e per riconoscerli basta esaminare e studiare (interpretandola) una qualsiasi carta topografica (esercitarsi alla interpretazione della tavoletta al 25.000 del territorio che voi abitate o che più avete modo di percorrere).

1) Il più semplice modo di rappresentare le catene montuose è l'uso del **tratto forte**; questo però non può servire che negli schizzi schematici, dandoci solo l'idea della direzione delle catene.

2) Un buon metodo per render chiara, evidente e intuitiva la plastica del rilievo è quello del **tratteggio,** insieme di piccoli tratti diretti secondo la maggior pendenza del suolo, tanto più fitti e grossi quanto più ripido è il pendìo. Il tratteggio è spesso sostituito dallo **sfumo.**

3) Il metodo però di gran lunga migliore è quello di rappresentare il rilievo colle curve di livello, o **isoipse,** o linee di egual quota, che hanno la proprietà di riunire tutti i punti di uguale altitudine. Si usano paragonare a tante strade ideali costruite oriz-

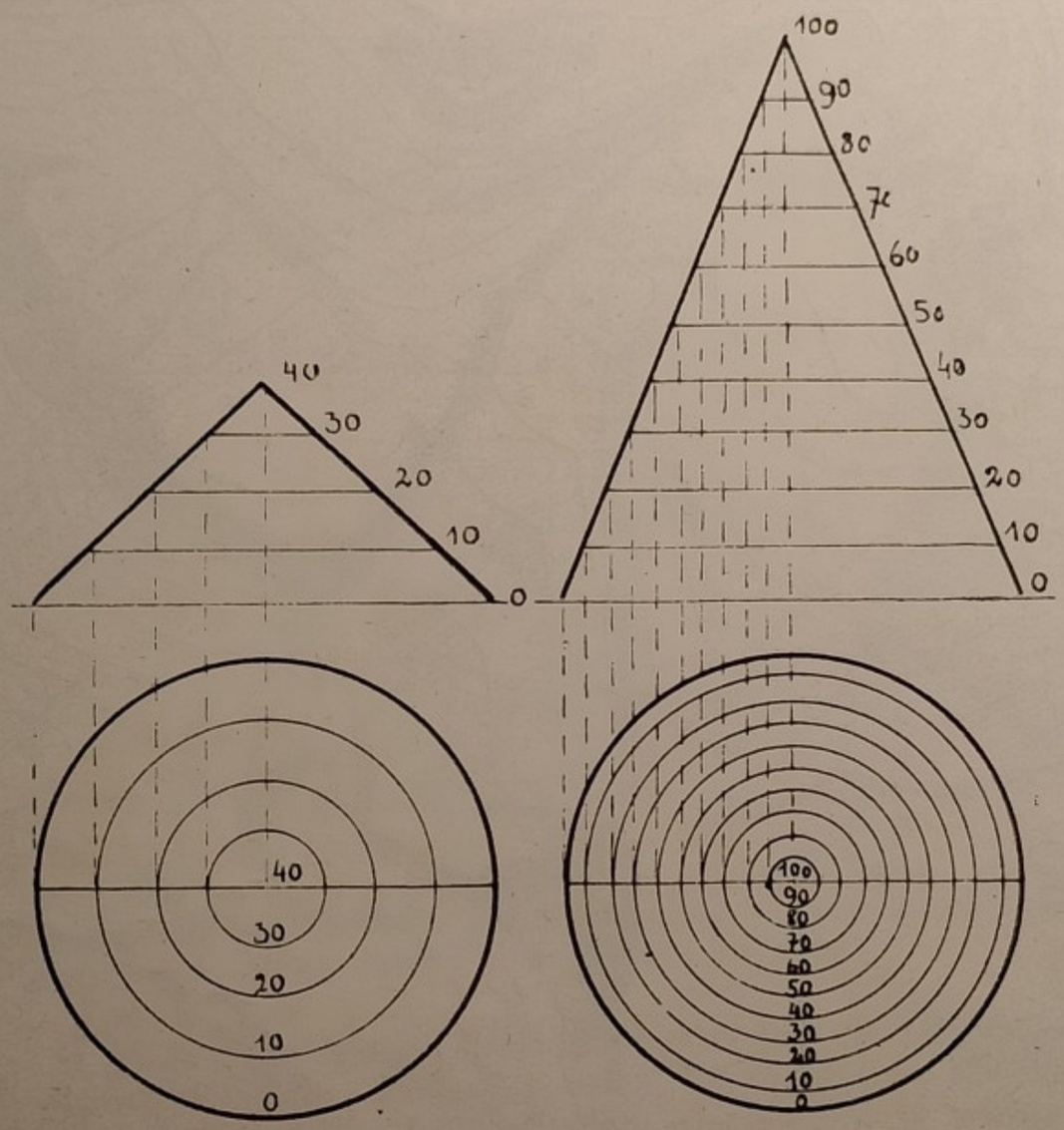


Fig. 131. — A maggiore vicinanza di isoipse corrisponde maggiore ripidità di versante.

zontalmente; oppure alla linea di costa che acquisterebbe un rilievo attorno al quale il livello del mare si innalzasse ogni certo numero di metri; o anche meglio, alla intersezione provocata sulla superficie del rilievo da tanti piani perpendicolari alla verticale, e cioè da tanti piani orizzontali.

Questi piani si suppongono tracciati equidistanti in senso verticale; e la differenza costante tra l'altitudine di una curva e quella appena inferiore, vale a dire la differenza altimetrica tra due piani consecutivi, chiamasi *equidistanza*.

Naturalmente a uguale, maggiore o minore vicinanza di isoipse corrisponde rispettivamente uguale, maggiore o minore ripidità di pendìo. Quando la ripidità è eccessiva (= pareti) allora si ricorre comunemente a un tratteggio scuro.

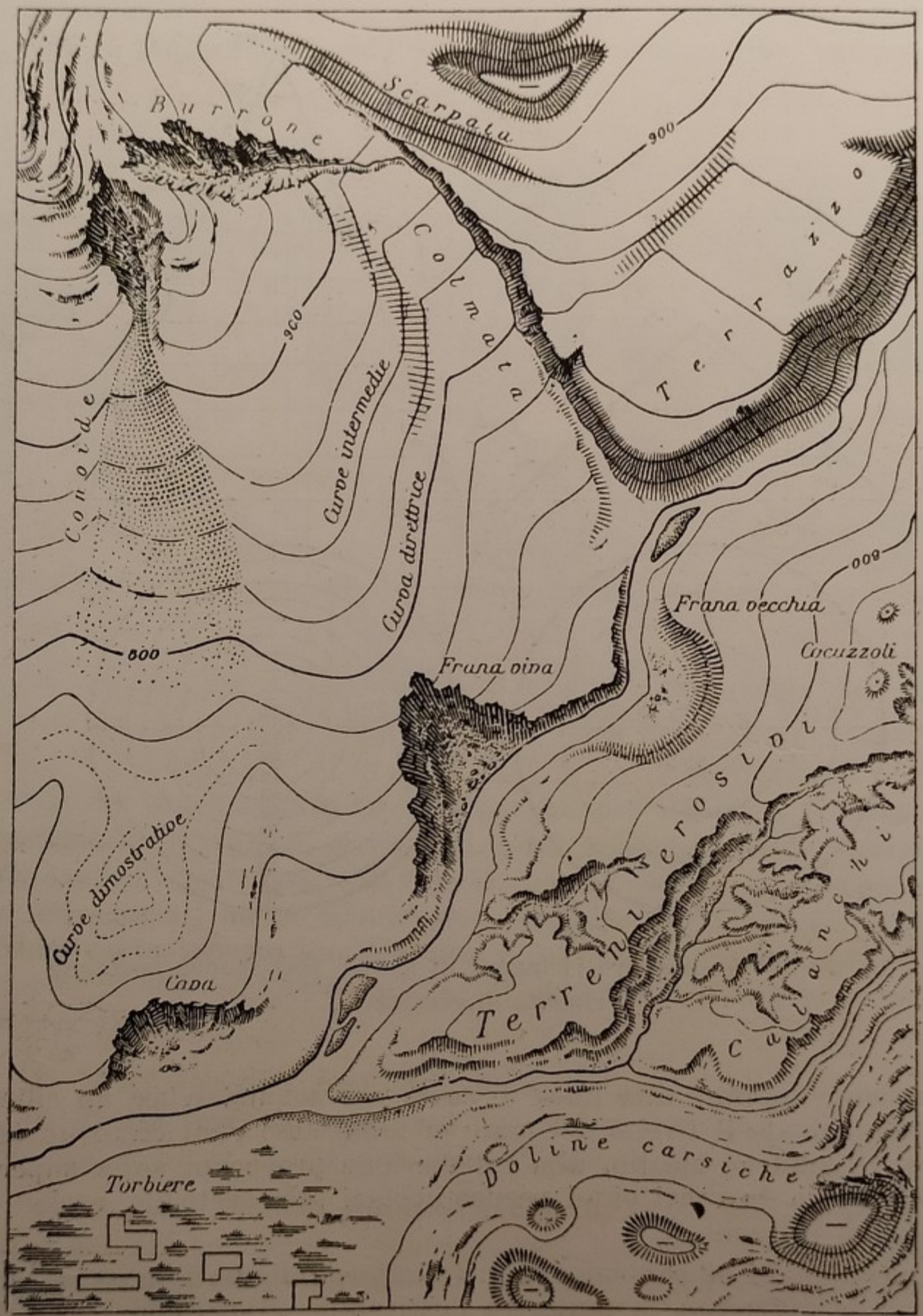


Fig. 132. — Carta topografica rappresentante molti fenomeni (dall'I.G.M.I.). Esaminate bene ogni particolare e i fenomeni raffigurati.

Le curve di livello possono poi anche essere negative se raccolgono i punti di eguale profondità rispetto al livello del mare; ed allora si chiamano *isobate*.

Questo sistema, ottimo per sapere l'altitudine esatta o molto approssimata dei diversi punti, non riesce però a dare una visione plastica del rilievo.

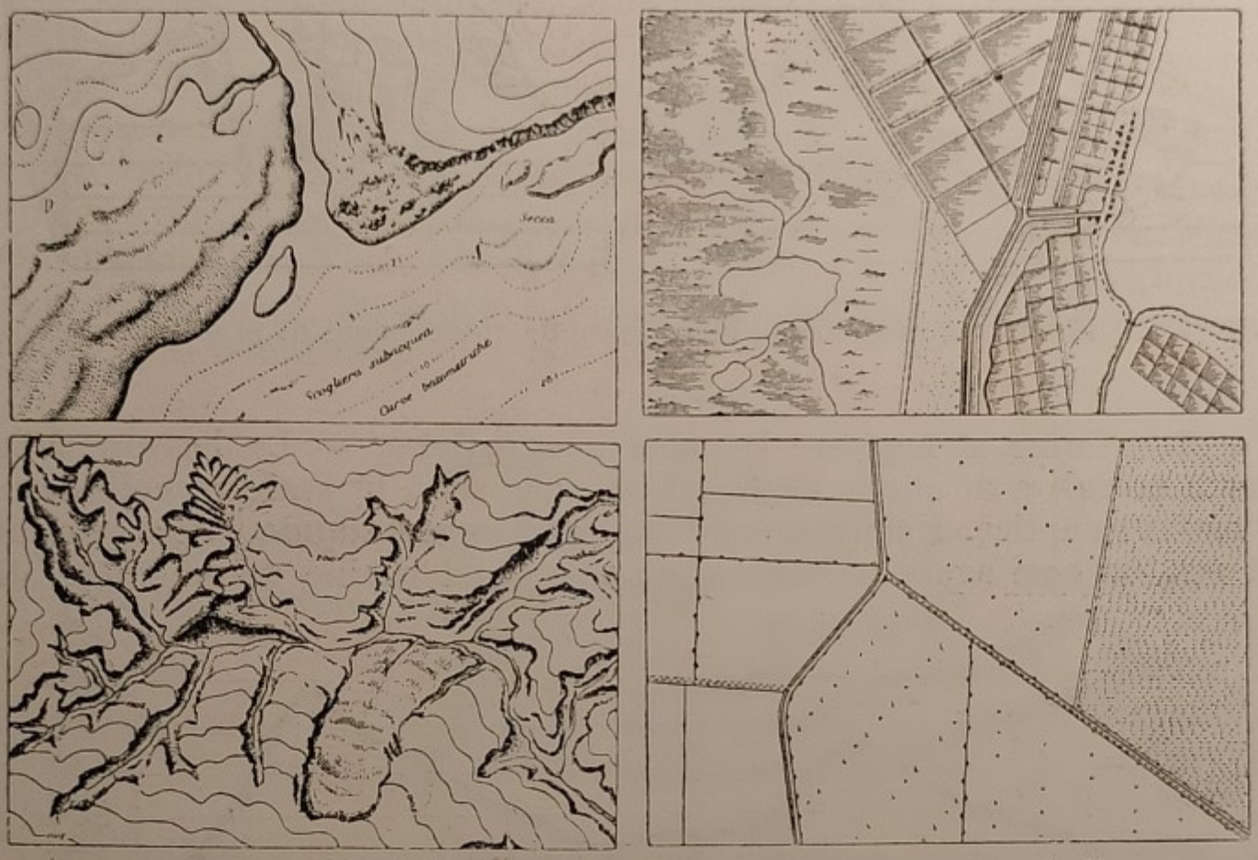


Fig. 133. — Simboli usati dall'I.G.M.I. nelle carte topografiche italiane: zona sabbiosa costiera, paludi, risaie e saline, vallate in terreno molto erodibili e frana, prati e coltivazioni a viti e gelsi.

4) Si rimedia a tale difetto con una ben scelta gradazione di **tinte altimetriche** che, con pochi colori, o meglio con un solo colore ma ben graduato dal chiaro allo scuro, distinguono le zone più basse col colore chiaro, da quelle più alte a colore più carico o oscuro.

1. 2.

Fig. 134. — Zona costiera con cima asimmetrica, a m. 267, terrazzo a m. 60 e lido sabbioso alla foce del fiume, rappresentato in disegno e con carta topografica (equidistanza m. 20).

Le carte più moderne, nelle quali lo scienziato e l'artista contribuiscono a rendere più efficace la rappresentazione del rilievo, comunemente raccolgono tutti questi metodi che abbiamo descritti separatamente, curve di livello, tratteggio, luce obliqua, tinte altimetriche (si veda e si esamini attentamente la Tavola che illustra questo argomento in un comune Atlante).

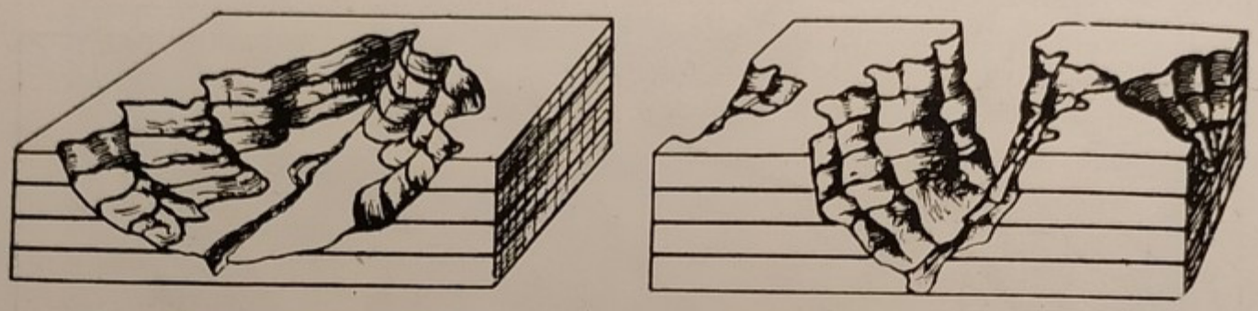


Fig. 135. —Le isoipse sono linee determinate da intersezioni di piani orizzontali.

5. - **Come si leggono le carte geografiche.** — La lettura delle carte murali e di quelle degli atlanti, che sono in scale piccolissime, è molto semplice. I simboli sono pochi; rappresentando estese regioni si può da esse avere un'idea complessiva del bacino di un fiume, di

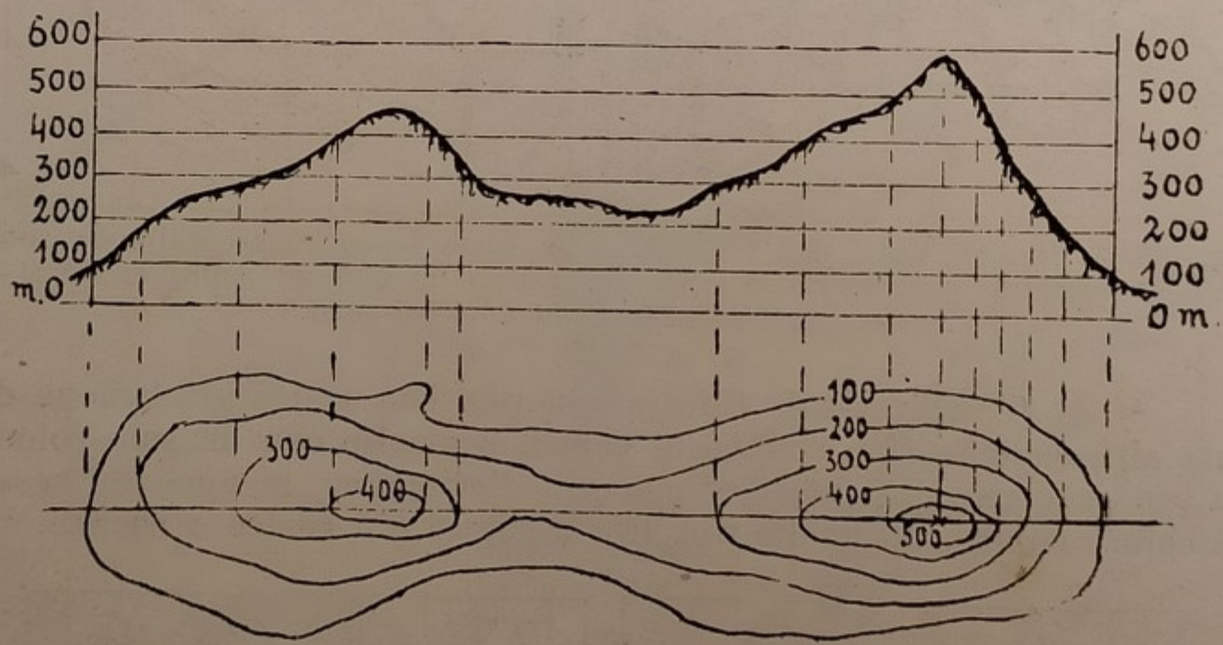


Fig. 136. — Come si può ottenere un profilo verticale di un monte rappresentato con le isoipse.

una catena di monti, della forma generale di un continente, ecc. In ogni caso vale la regola che le carte hanno il nord in alto, l'est a destra, l'ovest a sinistra, il sud in basso. Naturalmente tale regola non vale per le regioni polari. Importantissimo è però sapere bene leggere le carte corografiche e specialmente le topografiche.

In questo caso si osserva intanto per prima cosa il tracciato dei paralleli (diretti da destra a sinistra) i quali indicano la latitudine, e dei meridiani (diretti dall'alto in basso), ai quali corrisponde la longitudine. Poi si osserva l'idrografia; poi ancora le isoipse e le strade e, confrontando queste con quelle, si può sapere se la strada ha una grande o lieve pendenza. In seguito si passa alle più minute particolarità di case, chiese, cimiteri, e, finalmente, alle varie coltivazioni: infatti una carta topografica al 25.000 ci indica anche se un terreno è tenuto a bosco, a pineta, a querceto, a prato, o se è coltivato a vite, a grano, ecc. Ad ogni specie di coltura corrisponde un segno particolare. In tal modo, anche senza essere sul posto ci possiamo figurare nella nostra mente un paesaggio rappresentato così simbolicamente sulla carta. Questi esercizi di lettura servono molto per voi giovani avidi di viaggiare, di esplorare e di conoscere, oltre che per gli esercizi di tattica militare.

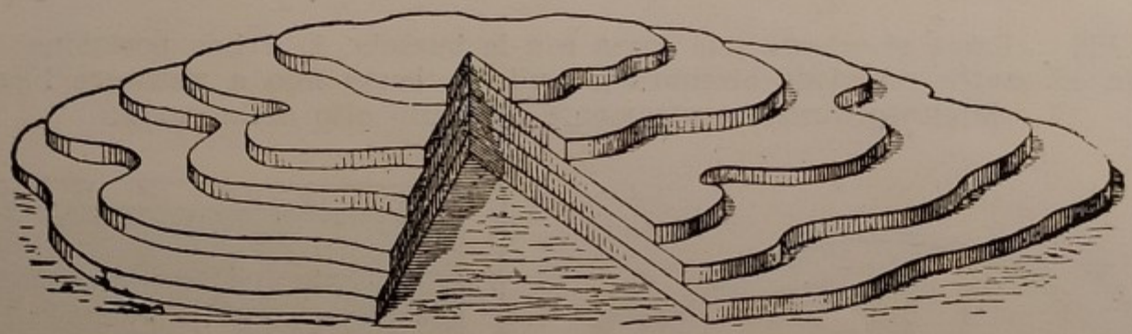
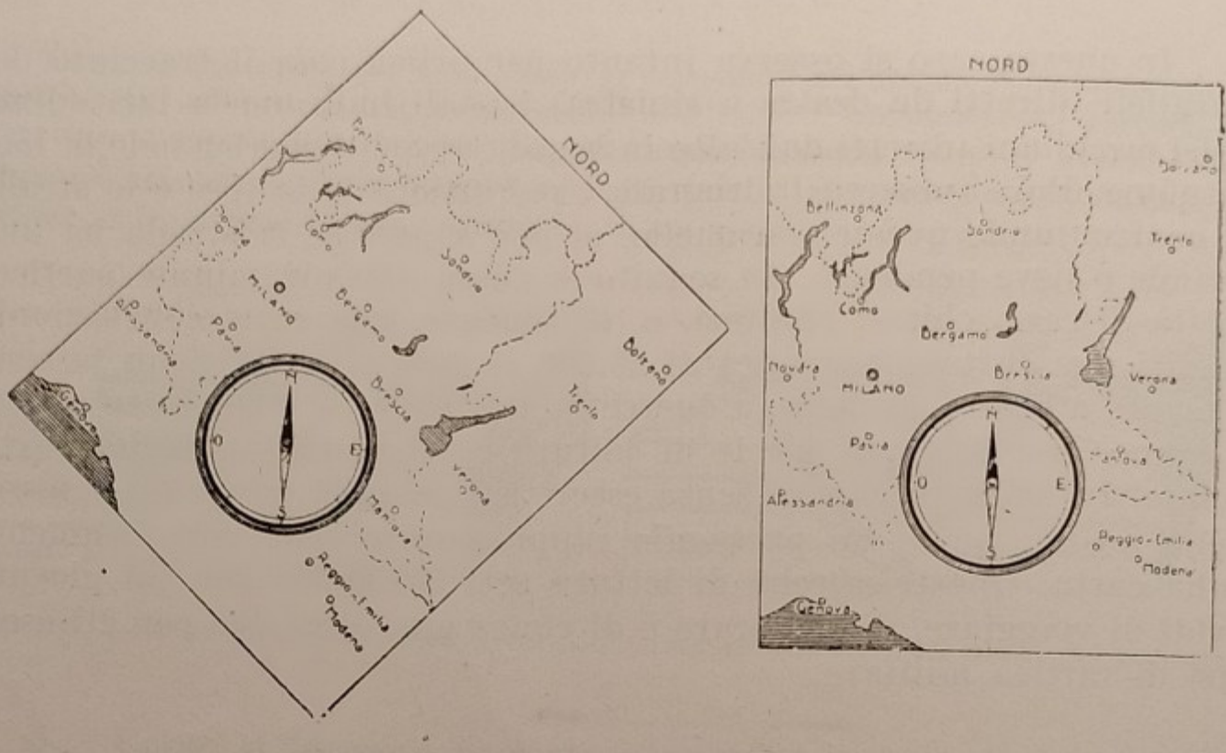


Fig 137. — Come si può costruire un plastico avendo a disposizione una carta topografica con le isoipse.

Dato un rilievo eseguito a curve isoipse, è possibile derivare, col sistema solito delle due coordinate, i profili verticali. La figura spiega il metodo da seguire. Se la scala adoperata per le altezze è uguale a quella della carta, il profilo riesce esatto anche nelle pendenze; se invece si adopera una scala maggiore (come più spesso si fa sui giornali, sportivi soprattutto), il profilo manifesta pendenze esagerate. In modo egualmente semplice è possibile costruire un plastico; si veda la figura qui presso.

6. - **Uso delle carte topografiche sul terreno.** — Ma la cosa più importante ancora è sapere usare le carte topografiche quando si sia all'aperto, sul terreno, in montagna o in pianura. In questi casi, prima cosa da farsi è orientare noi e la carta rispetto al terreno. Sulla carta, poggiata in piano, si colloca la bussola e poi si gira la carta stessa fin che il suo alto coincide con il nord vero segnato dalla bussola, vale a dire fino a che i due bordi laterali della carta divengono paralleli all'ago calamitato. Se però voi conoscete con certezza il nome



1. 2.

Fig. 138. - Come si orienta una carta con la bussola. 1. Prima posizione; 2. seconda ed esatta posizione ottenuta girando la carta fino a risultare l'agò calamitato diretto esattamente al bordo alto della carta.

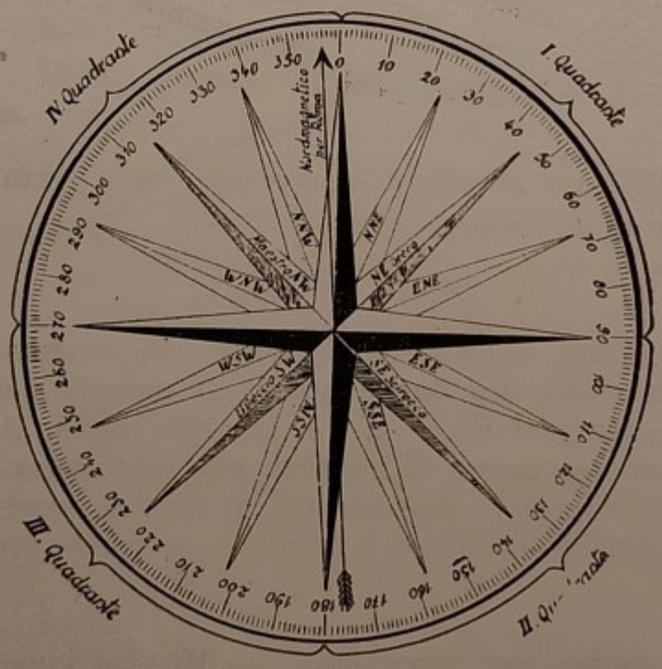


Fig. 139. - La rosa dei venti. Si noti come la direzione del meridiano magnetico (indicato dalla bussola) sia leggermente spostato rispetto alla direzione del meridiano polare (= *declinazione magnetica*).

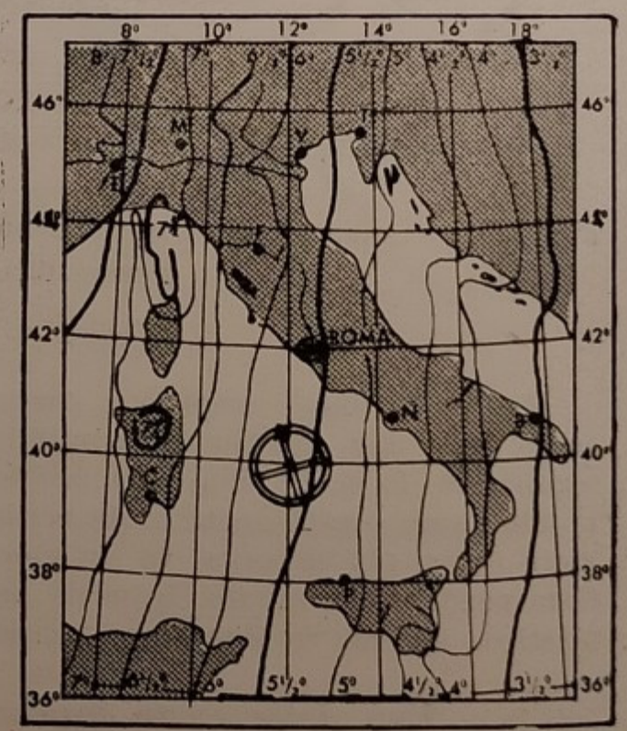


Fig. 140. - Carta delle Isògone (= linee di egual angolo di declinazione magnetica) per l'Italia nel 1933. Dal circoletto bussola disegnato sul parallelo 40° si riconosce che per l'Italia il meridiano magnetico è leggermente spostato a sinistra rispetto al meridiano astronomico vero.

di un determinato luogo da voi visibile (una cima di monte, un paese), orientando la carta in modo che il luogo reale e quello corrispondente rappresentato sulla carta siano sulla stessa vostra visuale, avrete orientato tutta la carta rispetto all'orizzonte senza bisogno di bussola.

Una volta orientata la carta, si esamina il territorio mettendo a confronto ogni elemento, com'è in realtà sul terreno e com'è rappresentato sulla carta (1).

(1) Si ricordi però che, in rapporto all'angolo di *declinazione magnetica*, è necessario correggere la posizione dell'ago calamitato per far coincidere la direzione della carta con le vere posizioni astronomiche.

CAPITOLO L.

La distribuzione delle terre e dei mari
Le grandi linee del rilievo terrestre[1]

1. - **Estensione delle terre e dei mari.** — Anche solo ad uno sguardo sommario del globo, appare evidente che la superficie occupata dalle terre è minore di quella occupata dalle acque. Analisi più precise ci danno i seguenti valori: dei **510** milioni di kmq., quanta è la superficie della Terra, **360** sono occupati dai mari (circa il 70 % del totale) e **150** dalle terre emerse (circa il 30 %).

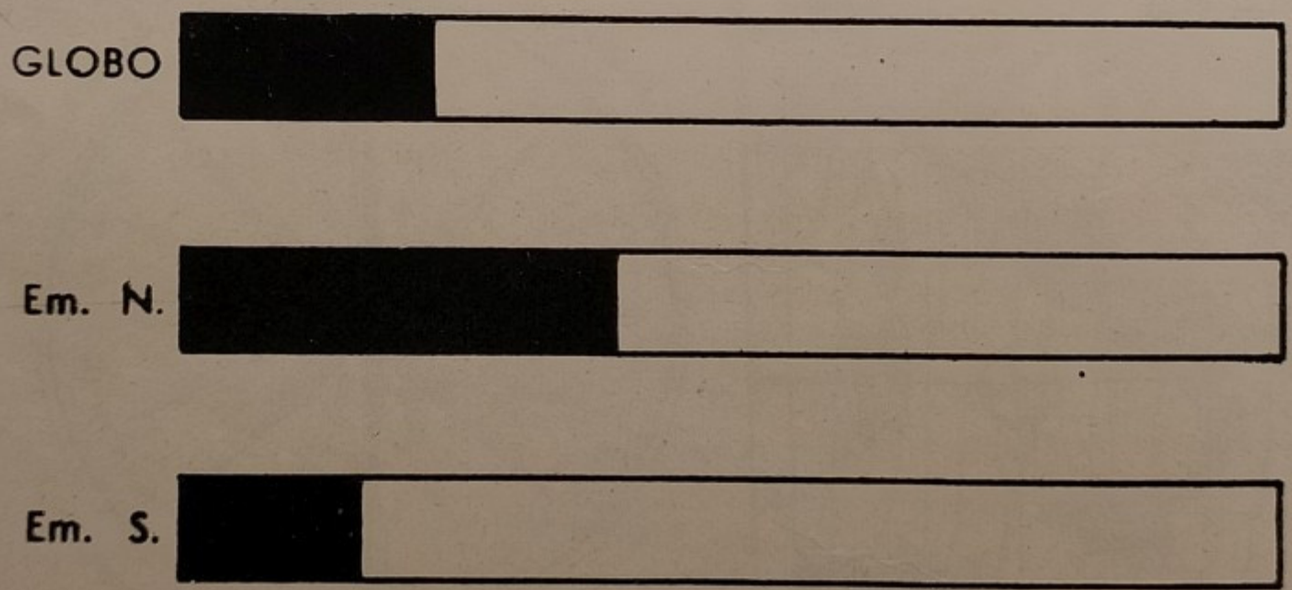


Fig. 141. — Estensione delle terre e dei mari: Globo: 30 % terre (in nero); 70 % mari; em. nord: 40 % terre; em. sud: 20 % terre.

2. - **Distribuzione generale delle terre emerse e dei mari.** — Ad una prima e sommaria osservazione di un globo o di un planisfero

(1) Questo capitolo deve essere seguito e studiato avendo sempre sott'occhio le carte d'un Atlante. Facendo diversamente, le nozioni appresse rimangono sterili, se pure qualche cosa nella mente può rimanere.

sembra che domini una grande irregolarità sia nella *distribuzione* reciproca delle terre emerse e delle acque, sia nella *forma* dei continenti. Un esame meno sommario ci può invece guidare anche alla formulazione di leggi generali. Così è possibile dividere la Terra in due emisferi: uno, complessivamente settentrionale, avente per polo un punto presso Nantes sull'estuario della Loira, nel quale sono raggruppate quasi tutte le terre emerse (l'80 % delle terre emerse), detto perciò *emisfero continentale;* ed uno, complessivamente meridionale, avente per polo un punto dell'isola meridionale della Nuova Zelanda, il quale è costituito per la massima parte degli oceani (90 % di acque)), detto

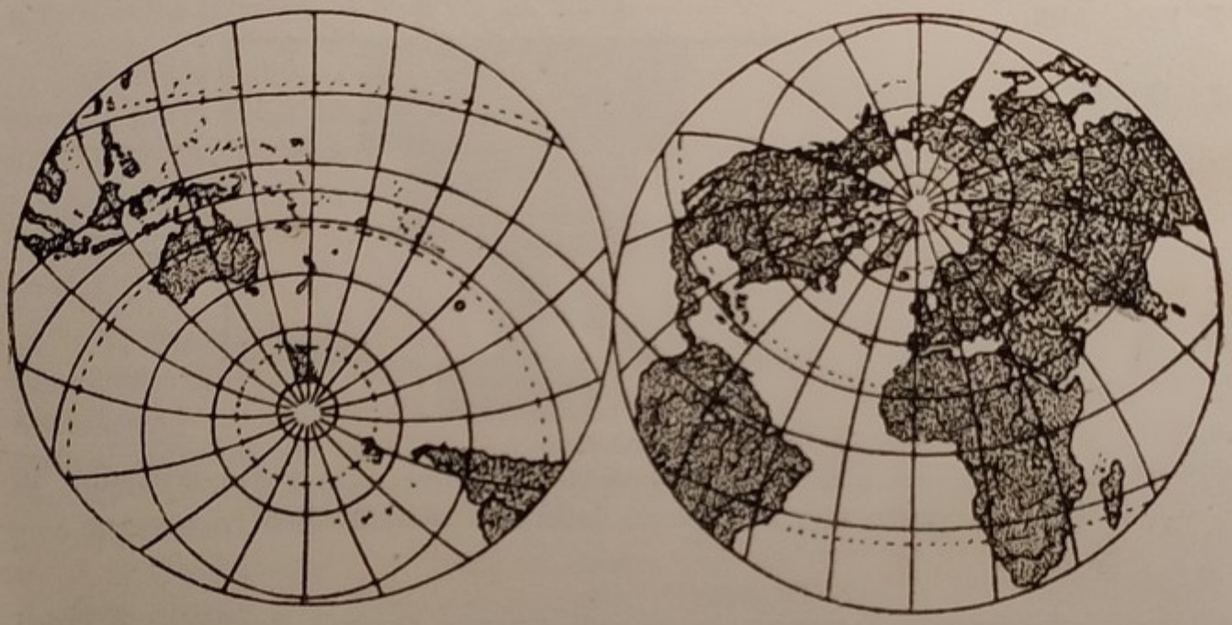


Fig. 142. — L'emisfero oceanico (prevalentemente australe) e l'emisfero continentale (prevalentemente boreale)

perciò *emisfero oceanico*. La fascia terrestre più continentale e compresa tra il 70° e il 40° parallelo nord, quella più oceanica tra il 40° e il 70° parallelo sud.

3. - **Oceani e mari.** — Fra le aree terrestri e quelle marine vi è una differenza fondamentale e cioè, mentre i *continenti sono fra loro staccati*, costituendo come un sistema di blocchi insulari interrotti, per cui riesce impossibile passare dall'uno all'altro senza valicare i frapposti canali oceanici, appunto per questo le *acque formano un sistema ben connesso e continuo* potendosi passare dall'uno all'altro mare senza interruzioni (salvo per i pochi mari totalmente chiusi, come il Mar Morto, il Mar Caspio, ecc. che si potrebbero tuttavia chiamare anche laghi); unica cavità perciò che, sia pure a profondità diverse, dalla regione periantartica si spinge verso nord con tre fosse

distinte, l'Atlantico, l'Indiano e il Pacifico, riunendosi poi nella regione artica. E si comprende l'importanza economica e politica di questo fatto. È perciò solo per convenzione e per necessità pratiche che si sono dati nomi diversi alle varie parti e sottoparti dell'unica enorme massa oceanica. Una prima grande suddivisione è quella in *Oceani,* la quale è causata dall'emergenza delle masse continentali.

Non vi è dubbio sulla distinzione dei tre storici oceani: Atlantico, Indiano, Pacifico; difficile riesce invece trovarne i limiti agli estremi nord e sud, dove mancano terre emergenti. Infatti: nella parte meridionale i tre oceani si perdono in una unica massa acquea attorno all'Antartide per cui non è esatto

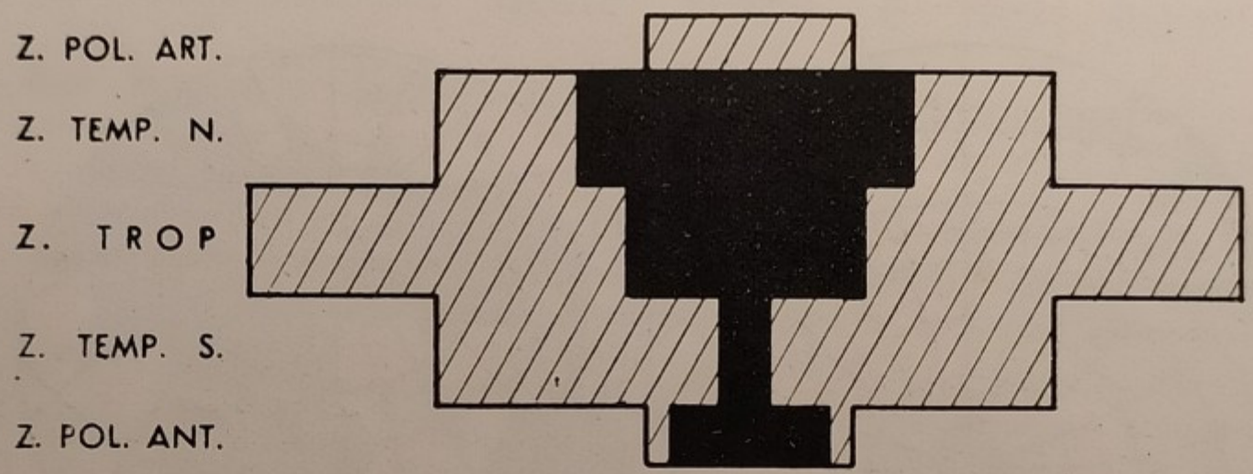


Fig. 143. — La superficie delle terre emerse (in nero) alle varie latitudini in rapporto alla estensione delle superfici marine.

parlare, come sovente è ancora in uso, di Grande Oceano Australe; e qui i limiti non possono essere che convenzionali. Solo lo Stretto di Bering, largo appena 111 km. e profondo non oltre 60 metri, separa molto naturalmente il Pacifico dal Mar Glaciale Artico il quale ultimo, per le sue ampie comunicazioni con l'Atlantico, deve essere considerato un mare anziché un Oceano, una dipendenza dell'Oceano Atlantico, per di più un mare mediterraneo data la sua posizione tra i continenti settentrionali. Così limitati, gli oceani misurano in cifre arrotondate:

180	milioni	di	kmq.	il Pacifico
105	»	»	»	l'Atlantico (compreso il Mar Glaciale Artico)
75	»	»	»	l'Indiano
Totale 360				

Le sporgenze e rientranze più o meno marcate dell'orlo dei continenti e i gruppi di isole che emergono ad arcipelago dagli oceani o che si distendono a catena in vicinanza delle coste, vengono a delimitare aree oceaniche aventi sotto molti aspetti (temperatura, salsedine ecc.) una loro individualità distinta. Quando tali aree sono

alquanto estese vengono dette *mari,* per quanto il termine mare sovente voglia indicare anche un piccolo lago (= Mar Chiquita delle Pampas Argentine) o una piccola insenatura costiera (Mar Piccolo e Mar Grande di Taranto) e per converso si usino talora i termini di *baia* e di *golfo* per indicare invece una estesa superficie più propriamente marina (Golfo del Messico, Baia di Hudson).

Sono perciò termini di valore molto relativo in relazione soprattutto con lo sviluppo della esplorazione locale: così una insenatura che in un primo tempo può essere chiamata baia, con l'aumentare delle conoscenze può assumere il nome di mare, il quale a sua volta avrà numerose rientranze che prenderanno a loro volta il nome di baie.

Ordinariamente si distinguono tre tipi di mari: *mari mediterranei, mari costieri, mari insulari;* il loro numero è in relazione non solo al numero effettivo delle rientranze ma anche alla loro maggiore frequentazione da parte dell'uomo: quanto più una zona è frequentata e tanto maggiore si sentirà il bisogno di denominazioni particolari.

1) *Mari Mediterranei.* — Sono così chiamati quelli circondati quasi completamente da terre continentali e comunicanti con l'aperto Oceano solo per stretti o canali relativamente angusti. Tali sono: il Mar Mediterraneo (europeo), il Mar Baltico, la Baia di Hudson, il Golfo del Messico e il Mar Caraïbico (o delle Antille) dipendenti dall'Atlantico; poi il Mar Rosso e il Golfo Persico dipendenti dall'Oceano Indiano.

2) *Mari Costieri.* — Possono essere o ampie rientranze della costa come: il Mare Arabico e il Golfo del Bengala, il Mare di Ross e il Mare di Weddel; oppure sono limitati fra la costa continentale e una o più isole che li separano dagli Oceani: tali sono i caratteristici mari di Behring, del Giappone, Cinese settentrionale, Cinese meridionale, limitati dai caratteristici festoni delle isole che a ghirlanda vanno dalla Penisola dell'Alaska all'Indonesia

3) *Mari Insulari,* cioè chiusi tra gruppi di isole; tali sono il Mar di Giava e il Mare della Sonda nelle isole Australasiatiche.

ESTENSIONE DEI MARI MEDIT.

Mar Mediterraneo Romano (escluso il Mar Nero)	kmq.	2.970.000
Mar Baltico	»	420.000
Baia di Hudson	»	1.230.000
Mar Rosso	»	440.000
Golfo Persico	»	240.000
Mar Caraibico + Golfo del Messico	»	4.720.000

ESTENSIONE DEI PRINCIPALI MARI COSTIERI E INSULARI

Mar di Bering	kmq.	2.260.000
Mar d'Ochotsk	»	1.530.000
Mar del Giappone	»	1.040.000
Mar Cinese Orientale	»	1.250.000
Mar Cinese Meridionale e Mare delle Indie	»	6.150.000
Mare del Nord	»	580.000

4. - **I continenti e le isole.** — La terra emersa è costituita non di un'unica massa, ma di estesi blocchi separati ed emergenti dall'oceano: si dicono *continenti* i blocchi più estesi, *isole* quelli meno estesi.

Le isole maggiori sono: la Groenlandia nell'interno quasi tutta coperta da un esteso manto di ghiaccio e verde di pascoli, invece, lungo la costa (significa infatti: terra verde); la Nuova Guinea e Bòrneo, ricche di foreste di cocco; il Madagàscar separato dall'Africa dallo Stretto di Mozambico; l'Inghilterra nebbiosa, ecc. Esiste però un gran numero di isole più piccole e piccolissime ridotte a semplici scogli. Notevole è il fatto che vediamo la maggior parte delle isole raggruppate in festoni allungati e convessi verso l'oceano rispettivo, alquanto vicini ai continenti. Così è delle Andamane-Nicobáre-Sumatra-Giava, nell'Oceano Indiano e presso l'Asia meridionale; di Borneo-Filippine, di Formosa, delle Isole Giapponesi e delle Aleutine, nell'Oceano Pacifico e presso l'Asia orientale; delle Antille nell'Oceano Atlantico e presso l'America centrale.

I raggruppamenti di isole si dicono *arcipelaghi*. Questi in generale sono a festoni; in alcuni casi sono invece costituiti di isole sparse più o meno regolarmente. Così è delle Sporadi nell'Egeo (spóradi = disperse); delle Hawai (pron. *ouei*) nell'Oceano Pacifico, famose per le grandi coltivazioni di ananas; delle Lípari (o Eolie) nel Tirreno, vulcaniche, ecc. Rare sono le isole propriamente sparse.

I continenti, vere gigantesche isole, sono i seguenti quattro:

1) Il *Continente Antico*, così detto perché il più noto a noi da antica data e perché occupato da popoli di più antica storia conosciuta. Esso è costituito di tre parti: Asia, Europa, Africa. L'Europa è certamente la parte più occidentale e peninsulare dell'Asia, che dovremmo perciò meglio chiamare complessivamente Eurasia.

2) Il *Continente Nuovo*, così chiamato perché a noi reso noto da data relativamente recente, e cioè dal 1492 con la scoperta di Cristoforo Colombo. È costituito dalle due Americhe (meridionale e settentrionale) saldamente collegate fra di loro dalla stretta catena montuosa dell'America Centrale.

3) Il *Continente Nuovissimo*, così chiamato perché scoperto solo da 200-300 anni, e costituito unicamente dall'Australia (si ricordi che per Oceania si intende il complesso dell'Australia e delle isole connesse del Pacifico).

4) Il *Continente Antártico* o Antártide, solo da pochi anni esplorato e quasi certamente costituito da una o due terre montuose, elevate anche oltre i 5000 metri e quasi dovunque coperto da un manto di ghiacci e di nevi da cui a mala pena emergono ripidissimi picchi rocciosi.

5. - **Caratteristiche dei continenti.** — Osservando nel loro complesso i continenti si rimane meravigliati di alcuni tratti fondamentali caratteristici:

1) le terre emerse *si raggruppano* in massima parte nell'emisfero boreale mentre gli oceani occupano la maggior parte dell'emisfero australe;

2) nelle *regioni polari* si ha l'opposto: mare a N e terre a S;

3) le *terre settentrionali*, collegate ad anello attorno alla zona polare nord, sono molto frastagliate e articolate e vanno sempre più assottigliandosi verso sud, qui dividendosi in penisole. Queste peni-

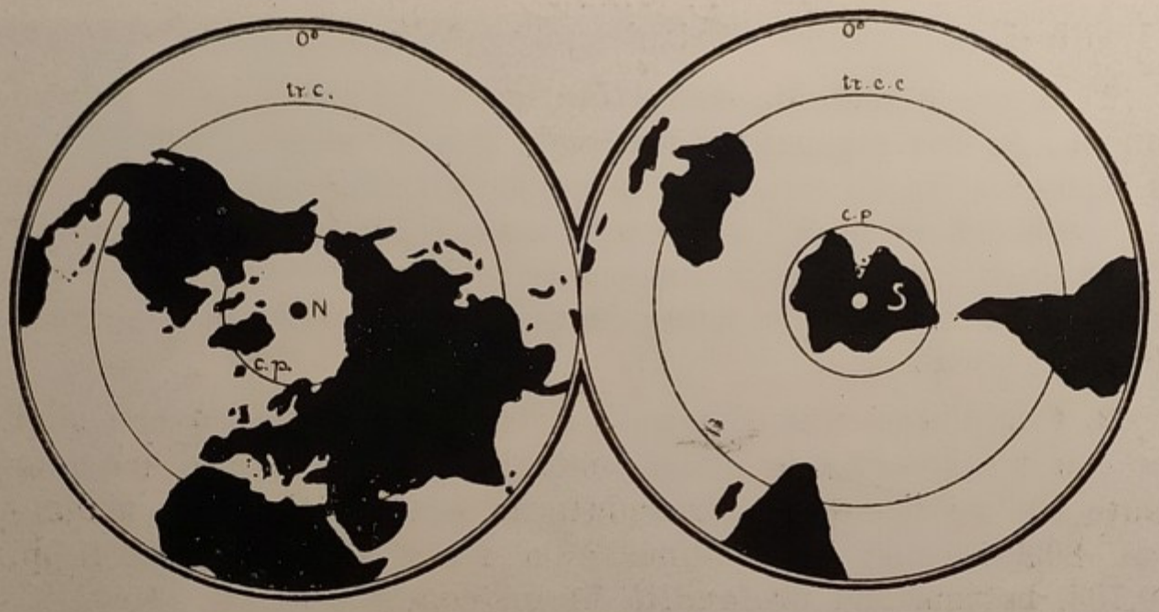


Fig. 144. — L'emisfero nord e sud con i relativi poli in condizioni opposte.

sole sono: California, Jucatan e Florida nell'America settentrionale; Iberica, Italica e Balcanica nell'Europa; Arabica, Indiana e Malese nell'Asia.

4) I *continenti meridionali*, salvo il blocco antartico, terminano a punta verso sud; tanto che le loro distanze diventano sempre maggiori e perciò i loro mari diventano sempre meno adatti come economiche e importanti vie di comunicazione.

6. - **Le grandi linee del rilievo terrestre. Il rilievo subacqueo.** — Dobbiamo anzitutto distinguere un rilievo suboceanico da uno subaereo; il primo interessa le cavità oceaniche, il secondo i continenti.

Ecco alcuni valori generali di *altezze e profondità medie* riferite naturalmente al livello medio del mare.

Continenti	Antartide	2200	Oceani	Oceano Indiano	—3900
	Asia	960			
	Africa	750			
	America Sett.	720		Oceano Pacifico	—3850
	America Merid.	590			
	Europa	330		Oceano Atlantico	—3300
	Australia	310			
	Terre emerse	850		Conche oceaniche	—3700

Il disegno del *rilievo subacqueo* ci si presenta molto più semplice di quello subaereo; ciò però è in relazione non solo con una probabile morfologia realmente più semplice, ma anche con la incompletezza delle nostre conoscenze sulla batimetria marina, specialmente per le ampie estensioni degli oceani Pacifico e Indiano.

I rilievi suboceanici ci risultano così disposti:

1) Sotto lo specchio dell'*Atlantico* una lunga catena montuosa elevandosi da due regioni più profonde laterali si stacca dalla soglia della Groenlandia, corre sempre più o meno parallela alle coste egualmente quasi parallele dei continenti laterali fino a giungere quasi al circolo polare antartico; chiamasi: *Dorsale atlantica.* Ai due lati si allungano due profonde conche; la massima profondità è a nord di Portorico (—8526 m.).

2) Completamente diverso è il fondo del *Pacifico* che si presenta con un bassofondo quasi centrale dall'andamento irregolare, livellato sui metri —4000, circondato da profondità molto maggiori, sui m. 8000-10.000; la massima è la fossa Emden alle Filippine (—10.793, la massima profondità finora conosciuta).

3) L'*Oceano Indiano* presenta maggiori irregolarità.

Tutto questo ci dimostra che in ogni caso le minori profondità oceaniche sono nel mezzo dell'oceano e le maggiori invece nelle immediate vicinanze dei continenti, e più specialmente dove questi scendono ripidi nel mare, fiancheggiati da elevate catene. Evidentemente è per questo motivo che le coste rappresentano zone di maggiore instabilità meccanica della crosta terrestre (vulcani, terremoti, ecc.).

Ed inoltre, mentre il Pacifico è ad occidente accompagnato da lunghi e numerosi festoni di arcipelaghi, questi mancano quasi affatto nell'Atlantico, privo di rilievo litoraneo salvo che nella regione Caraibica.

4) Tra il livello del mare e i 200 m. di profondità si stende quasi dovunque un'ampia regione pianeggiante sommersa; è questa la *piattaforma continentale* sostenuta dalla scarpa che si affonda rapidamente.

La sua ampiezza è molto variabile, ma in generale, mentre è minima in corrispondenza delle coste montuose è massima dove la spiaggia è data da una regione pianeggiante, qualunque sia la sua origine. Molto ristretta ad esempio attorno alla costa del Mediterraneo occidentale, è ampia nell'Adriatico e sulle coste della Guascogna e del Mar del Nord. In ogni caso questa è una zona di importanza geografica e antropica eccezionale, soprattutto per la flora e per la fauna e quindi anche per i prodotti della pesca. La forte pescosità di Banchi di Terranova e del Mare del Nord è senza dubbio dovuta anche alla scarsa profondità.

7. - **Il rilievo continentale.** — Le grandi linee de rilievo continentale possono essere ridotte a tre tipi fondamentali:

1°) *Tipo delle catene costituite di rocce piegate nelle êre più antiche* (êra arcaica e paleozoica).

2°) *Tipo delle catene costituite di rocce piegate nelle êre più recenti* (êra cenozoica).

Fig. 145. — L'estensione della piattaforma litorale (—m. 200; in bianco) che circonda come una penisola i continenti (in grigio) separando questi dalle profondità oceaniche (in nero).

3°) *Tipo di rilievi a blocchi di rocce con gli strati ancora più o meno orizzontali.*

Di questi tre il secondo tipo è il più regolare e il più appariscente perché data la sua origine non tanto antica, manifesta ancora parte della sua maggiore regolarità primitiva; ed è rappresentato, per intenderci subito, dalle due ben note catene: la *Circummediterranea,* che va dall'Atlante alla Indonesia, diretta perciò, almeno nella sua porzione maggiore, secondo i paralleli, e la *Circumpacifica* che,

collegata agli estremi orientàli della prima, circonda il Pacifico, formando l'ossatura principale delle Americhe e degli arcipelaghi costieri asiatici, diretta perciò secondo i meridiani. A nord della prima (Eurasia Settentrionale) e ad Oriente della seconda (oriente delle due Americhe) stanno, a zolle non continue, le vecchie catene del primo tipo; a sud della prima stanno i blocchi del terzo tipo (Africa, Arabia, Decan, Australia occidentale). Mentre tali blocchi sono ben distinti dai primi due tipi, è invece spesso difficile segnare un limite

Fig. 146. — Pieghe numerose nelle rocce tenere di Camogli presso Portofino (Riviera di Levante). (*Fot. Nangeroni*).

esatto tra questi (1.2); anzi molte rocce fondamentali delle catene recenti non sono che nuclei costituiti di rocce antiche già piegate nei periodi antichissimi e poi ripiegate in periodo più recente.

Le catene recenti, meno demolite, ancora in attività di formazione, di piegamento e di fratturamento, rappresentano perciò le dorsali più elevate, maggiormente soggette a bradisismi e a fenomeni di terremoti e di vulcanesimo, mentre i rilievi più antichi sotto l'azione demolitrice degli agenti atmosferici, perdurante da lunghi periodi geologici, sono meno elevati, a creste più dolci a dossi e a valli ampie e poco profonde ricche di minerali in filoni perché la erosione è giunta a smascherare anche le loro parti più profonde, che normalmente debbono essere più ricche di minerali in filoni data che l'origine di questi è

prevalentemente endogena, da sublimazione di vapori post-vulcanici a riempire le fratture.

8. - **Idrografia continentale.** — Per ciò che riguarda la idrografia continentale le regioni continentali possono assumere tre aspetti diversi:

1) *regioni areiche* (dal greco *a-reo* = non scorro), sono quelle prive di fiumi o perché il territorio è sabbioso, carsico o a conche (Tibet) o perché il clima è arido (Arabia);

Fig. 147. — I monti del Colorado a strati orizzontali, somiglianti in questo a molti nostri gruppi dolomitici.

2) *regioni endoreiche* (dal greco *endo-reo* = scorro nell'interno) quando i fiumi esistono ma non riescono a giungere al mare (regione del Caspio e del M. Morto);

3) *regioni esoreiche* (dal greco *eso-reo* = scorro all'esterno) quando i fiumi esistono e riescono a sfociare nel mare.

In complesso si può dire che delle acque continentali, il 50 % defluisca nel bacino Atlantico; il 25 % defluisca nel bacino Indo-Pacifico; il 25 % rimanga senza deflusso nei bacini chiusi (regioni endoréiche e aréiche). Vi è dunque quasi una proporzione inversa tra le acque che giungono in un bacino oceanico e l'ampiezza e profondità dello stesso; se non fossero in comunicazione, l'Atlantico si innalzerebbe continuamente e viceversa avverrebbe dell'Indiano e del Pacifico.

Fig. 148. — Le principali regioni strutturali della Terra: 1. Catene di monti le cui rocce vennero piegate da recente data; 2. assieme di blocchi di antiche catene le cui rocce vennero piegate in periodi antichissimi (tra le quali sono racchiuse molte zolle non piegate); 3. zolle non piegate, tabulari anche nel l'aspetto dei monti.

Fig. 149. — Le zone aréiche, endoréiche e le zone esoréiche della Terra.

CAPITOLO LI.

Il mare e i suoi fenomeni

1. - **Caratteri dell'acqua marina.** — L'acqua marina è una soluzione diluita di diversi sali. La *salsedine*, che si aggira intorno ad una media del 35‰ (gr. 35 di residuo salino per ogni litro d'acqua), è data soprattutto da cloruro di sodio (20‰); poi da cloruro di magnesio, da solfato di calcio, da cloruro di potassio e infine da tracce di altre sostanze: carbonato di calcio, usato da molti animali marini e da alghe per foggiarsene gusci e scheletri (e questo spiega la relativa sua scarsezza nelle acque marine che fa vivo contrasto con la sua abbondanza nelle acque fluviali); silice, che serve per lo stesso scopo ai radiolari e alle diatomee; composti di bromo, di iodio, di oro, di radio, ecc., insomma di tutti quei corpi che trovansi anche sulla superficie della litosfera emersa. L'abbondanza di cloro, portato dalle acque fluviali in piccolissime quantità è spiegata col fatto che è un metalloide pochissimo assimilato dagli organismi.

La *densità* è perciò pure variabile; la media è di 1,06. In queste condizioni l'acqua marina non gela più a 0°, bensì a circa —3°; e ha la maggior densità a circa —2°.

Il *congelamento* avviene con separazione di Na Cl (vedi saline artificiali delle regioni fredde) e con inglobamento di altri sali.

La diversa *tinta* assunta dalle acque marine dipende da molti fattori: da effetti ottici, dalle rocce o nevi che le circondano e che dall'acque vengono riflesse (Mar Bianco), dal colore del fondo, da sostanze finissime tenute in sospensione (M. Giallo), dalla presenza di miriadi di organismi microscopici colorati (M. Eritreo): tutte cose che si possono ripetere anche meglio a proposito della tinta dei laghi il cui nome anzi nella maggior parte dei casi rispecchia il colore.

La *fosforescenza* notturna è quasi sempre dovuta ad organismi (molluschi, meduse, pirosómi, vermi, noctiluche, batteri).

La *trasparenza* è limitata allo strato superficiale. In generale nelle acque marine salate la luce solare non oltrepassa i 150-200 m.

di profondità; è perciò solo fino a questa profondità che la vegetazione può svilupparsi e, insieme con essa, rimanere rigogliosa anche la vita animale.

2. - **Distribuzione della temperature nelle acque oceaniche.**

1) La *temperatura in superficie* diminuisce dall'equatore ai poli, e va precisamente dai $+30°$ delle regioni torride ai $-3°$ del Polo Artico. Le acque dell'emisfero boreale sono più calde di quelle ad egual latitudine dell'emisfero australe, anche perché nel primo caso le comunicazioni degli Oceani col Mediterraneo Artico sono meno libere che coll'Artide.

2) Nella stessa zona, poi, la *temperatura diminuisce colla profondità*. Il fondo oceanico è occupato da acque alla temperatura di $+2°$ nelle zone equatoriali e di $-2°$ nelle zone polari, con valori intermedi per le zone intermedie.

Questa uniformità di temperatura nelle parti profonde si spiega con il fatto che sono libere le comunicazioni anche profonde tra i diversi oceani: specialmente con i mari polari; quindi deve essere libero lo scambio anche delle loro acque profonde.

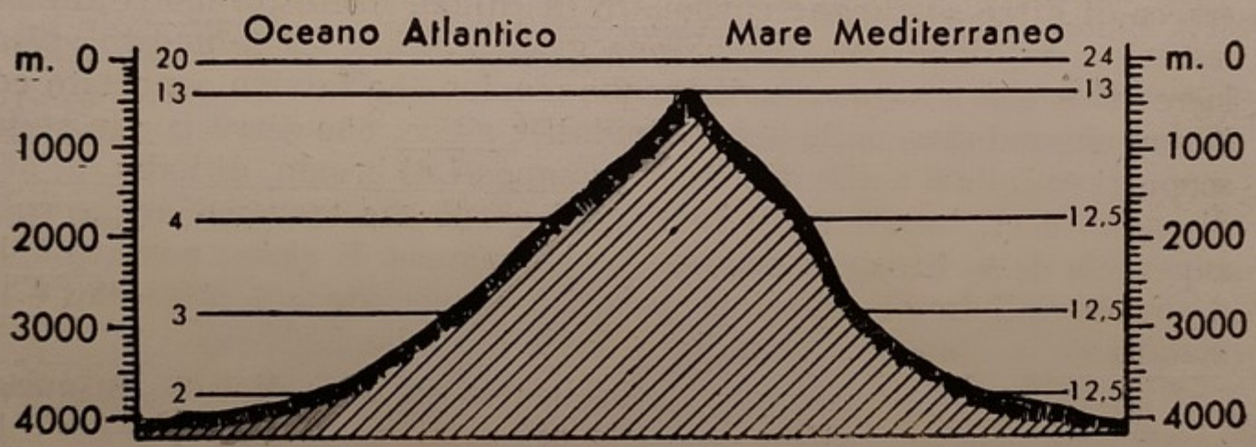


Fig. 150. — Le temperature in profondità nell'Oceano Atlantico e nel Mediterraneo.

3) Nei *mari interni* la temperatura superficiale corrisponde su per giù a quella oceanica alla stessa latitudine, ma non così quella profonda, specialmente quando sono congiunti agli oceani per mezzo di canali poco profondi. Trovasi in queste condizioni il nostro Mediterraneo. Osservate la figura. In superficie la temperatura è quasi eguale; in profondità (m. 4000) nell'Atlantico si ha la temperatura di $+2°$, nel Mediterraneo di oltre $+12°$; quasi altrettanto dicasi per il Mar Rosso; e ciò costituisce una grande riserva di calore per le terre adiacenti.

3. - **Movimenti del mare. Il moto ondoso.** — L'acqua del mare è in continuo moto. I principali movimenti sono: il *moto ondoso*, le *correnti*, la *marea*. Vediamo il primo.

Il moto ondoso è determinato soprattutto da venti non molto impetuosi. In esso non vi ha traslazione di acqua, se non in senso verticale, bensì una semplice traslazione di moto ondulatorio (un galleggiante sulle acque in moto ondoso si innalza e si abbassa senza però mai spostarsi in senso orizzontale).

In generale le onde tendono a schierarsi parallelamente alla linea litoranea; l'onda che ritorna, e che quasi sempre si sottopone a quella che giunge, chiamasi *risacca*.

4. - **Correnti marine.** — Oltre che i semplici spostamenti di acque in senso verticale, si notano sugli oceani dei veri e propri spostamenti longitudinali di grandi masse di acqua. Sono degli enormi fiumi di acqua salata che hanno per letto le rimanenti acque a temperatura, a densità, a salinità diversa dalle prime: sono queste le correnti marine tanto importanti nella distribuzione del calore

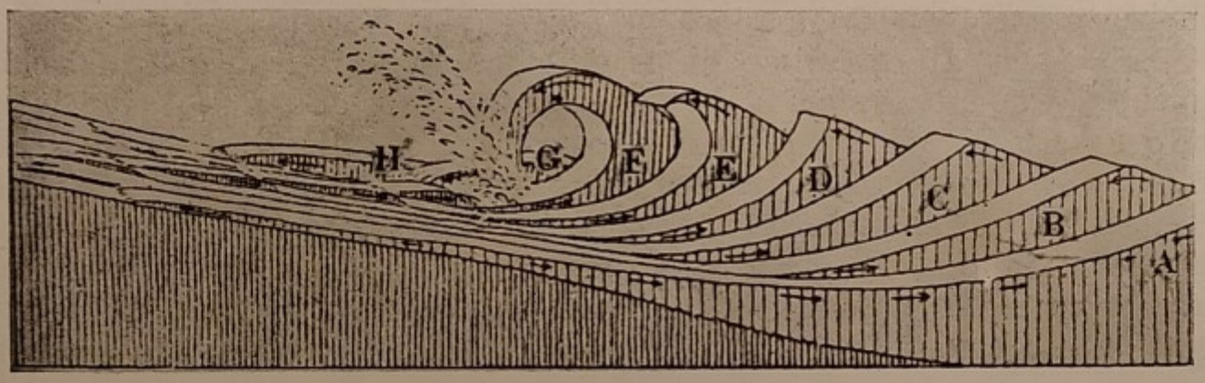


Fig. 151. — Come si formano le creste delle onde lungo la spiaggia per la sottoposizione delle acque di ritorno rispetto alle onde di andata.

sulla superficie terrestre avendo in generale direzione secondo i meridiani, portando, quindi, alcune il caldo nelle regioni polari ed altre le basse temperature nelle regioni equatoriali.

Esistono *correnti di ricambio con le profondità* e *correnti superficiali*. Quanto alle prime il fenomeno è semplice. Le basse temperature delle regioni subpolari determinano un precipitare delle acque oceaniche verso il basso e perciò un richiamo superficiale di acque dalle zone equatoriali; il circuito è chiuso in profondità da spostamenti dalle zone polari alle equatoriali e da correnti ascendenti in corrispondenza con l'equatore; la rotazione e sfericità della Terra fanno poi sì che tali correnti superficiali vengano deviate verso est o verso ovest.

Le correnti marine superficiali sono molto numerose, ma si corrispondono press'a poco nei tre oceani. Nell'Oceano Atlantico si hanno, quasi in corrispondenza dell'Equatore e dirette circa da est ad ovest, le due correnti **equatoriale sud** e **equatoriale nord.**

La prima, giunta sullo sprone del Brasile, si divide in tre rami che sono: la *controcorrente equatoriale sud* (= della Guinea) che, seguendo l'equatore, ritorna verso l'Africa; la *corrente del Brasile*, che lambisce le coste atlantiche dell'America merid. per poi girare e risalire, sotto il nome di corrente del Benguela, lungo le coste africane fin all'equatore; la *corrente della Guiana* che lambisce la Guiana e penetra nel Mar Caraïbico.

La seconda, giunta di fronte alle Antille, egualmente si divide in tre rami: la *controcorrente equatoriale nord* che si unisce a quella sud (= Guinea); la *corrente di Caráibi*, che penetra nel mare omonimo (dove riceve le acque della corrente della Guiana) e nel Golfo del Messico, donde esce attraverso lo stretto della Florida (Cuba-Florida), oltrepassato il quale si ricongiunge con il terzo ramo e cioé con la *corrente delle Antille*, rimasta al largo di queste, venendo così a costituire la importantissima e nota *Corrente del Golfo* (= Gulf stream, pron. *gul strim*) così chiamata per la sua provenienza dal Golfo del Messico.

Essa è un larghissimo fiume d'acqua salata, largo oltre 60 chilometri, che, alla velocità di 3-6 chilometri all'ora, dopo aver lambito le coste degli Stati Uniti, svolta ad est avviandosi verso l'Europa, dividendosi poi in varî rami: uno alle Canarie, che poi torna con la corrente equatoriale nord, uno all'Islanda, alla Scozia, alla Norvegia (fino al 73° parallelo) raggiungendo anche le Svalbard. In questo caso mitiga dunque l'asprezza del clima delle regioni polari europee ad eguali latitudini. Le regioni europee trovansi in miglior condizioni di clima che non quelle americane. Norvegia e Labrador trovansi alla stessa latitudine; ma la prima, bagnata dalla corrente del Golfo è abitata e si presta a culture di segala e grano; la seconda invece è fredda, disabitata, senza vegetazione redditizia.

I rami delle Canarie, ecc. determinano un mare chiuso detto *Mare dei Sargassi*, perché quasi completamente ricoperto dai sargassi (alghe) forse strappati dalle coste equatoriali e che si addensano su ampie superfici, tanto da destare serie preoccupazioni nella navigazione. Cristoforo Colombo nel 1492 trovò gli alisei favorevoli (alisei di NE, chiamati venti del commercio), ma si trovò impigliato nel Mare dei Sargassi.

Dalle coste nordiche discendono le *Correnti del Labrador e della Groenlandia*, ambedue freddissime e recanti talvolta giganteschi icebergs (montagne di ghiaccio) derivanti dai ghiacciai artici, tavole di ghiacci marini e fluviali che spesso impediscono la navigazione, tanto che le navi provenienti dall'Europa e dirette a Terranova, ecc. sono costrette nella primavera a deviare verso S, allungando così la rotta. Queste correnti fredde polari oltre ad essere un ostacolo alla navigazione determinano nelle regioni lambite un clima rigido; il clima di New York è molto più rigido di quello delle coste portoghesi per quanto a latitudine eguale.

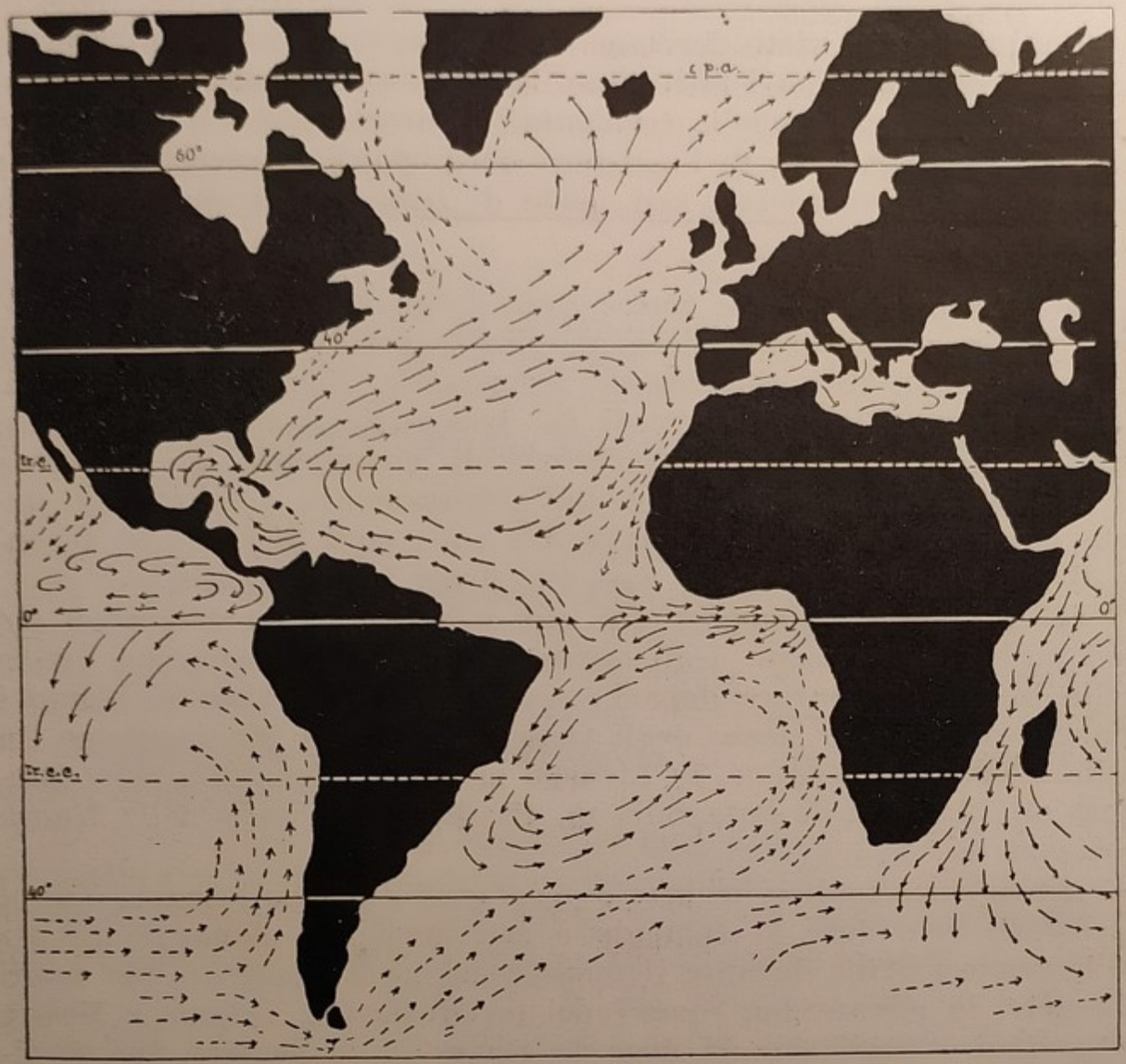


Fig. 152. — Le correnti oceaniche principali che percorrono l'Atlantico. Confrontate questo disegno con quello schematico qui sotto.

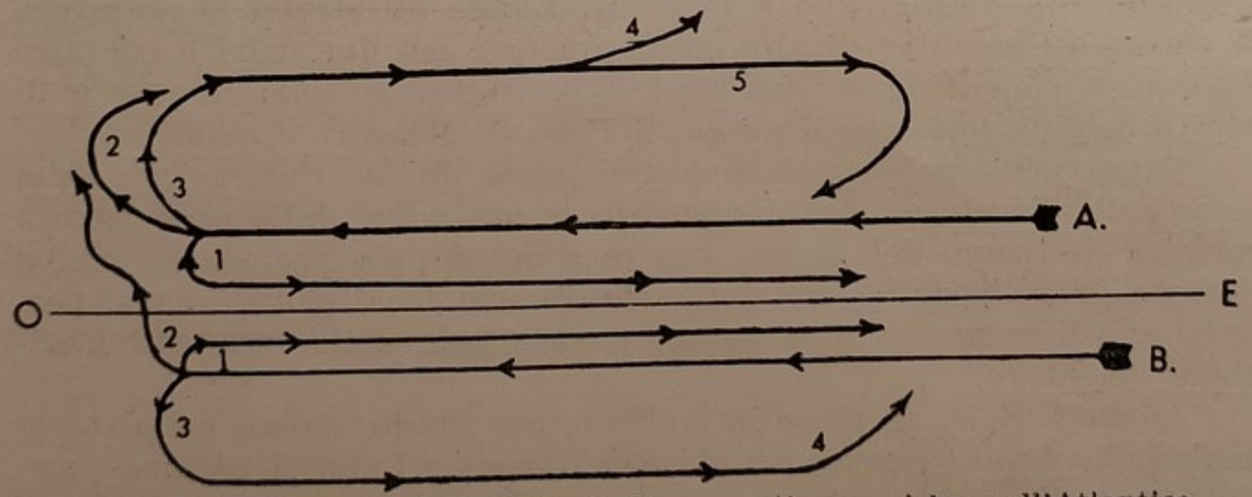


Fig. 153. — Schema delle principali correnti oceaniche nell'Atlantico.
A = Corr. Equat.-Nord (1. controcorrente equat.-nord. 2. corr. Caraibi 3. Corr. delle Antille, 4. Corr. del Golfo, 5. Corr. del Mare dei Sargassi).
B = Corr. Equat.-Sud (1. Controcorr. equat.-sud, 2. Corr. Guiana, 3. Corr. Brasile, 4. Corr. Benguela).
OE = Linea dell'equatore.

Da quanto si è visto derivano due conseguenze importantissime: 1) di ogni oceano, a pari latitudine, la sponda orientale gode di temperature maggiori di quelle occidentali (Europa-America Settentrionale; California-Cina); 2) l'emisfero nord, poiché riceve parte delle corrente calda equatoriale sud, gode di temperature maggiori dell'emisfero sud.

5. - **Le maree.** — Le maree sono fluttuazioni periodiche di livello marino; esse sono perciò *verticali;* tuttavia presso le coste danno luogo anche a *spostamenti orizzontali.* Non si tratta quindi che in minima parte di correnti (= trasporto di acqua), bensì essenzialmente di onde (= trasmissione di movimento). L'alternanza dell'innalzamento (= *flusso*) e dell'abbassamento (= *riflusso*) avviene due volte al giorno o meglio due volte ogni 24 ore e 50 m. entro il qual periodo si hanno così due flussi e due riflussi.

La *differenza altimetrica* tra alta e bassa marea è minima nei mari interni e nel mezzo degli oceani, è invece rilevantissima presso quelle lunghe insenature dove l'acqua si ingorga. Così si hanno i seguenti valori: nel mezzo degli Oceani m. 1; nel Mediterraneo, in media m. 0,60 (Trieste m. 1; Livorno m. 0,40); Granville nella Bretagna m. 12; Golfi di Patagonia m. 15; Baia di Fundy nella Nuova Scozia m. 18.

Il fenomeno inoltre, mentre è poco sensibile dove la costa è alta, è *sensibilissimo* dove la spiaggia è estremamente pianeggiante per cui le acque marine durante il flusso vengono a penetrare per molti chilometri in terraferma, come è del territorio tra Venezia e Mestre e soprattutto negli estuari dove la marea si fa sentire fino a distanze rilevanti nell'interno, talora con grande beneficio per la navigazione (sul Rio delle Amazzoni fino a 250 km., sulla Senna fino a 18 km., sul Tamigi fino a Londra). Lungo gli stretti la sfasatura di marea o l'incontro di alte maree opposte dei due mari a contatto determina violenti moti vorticosi e pericolosi gorghi; famose e di questa origine sono quelli presso il Faro di Messina (Cariddi).

Causa principale del fenomeno è senza dubbio l'attrazione della Luna sulla Terra; e ciò è dimostrato se non altro dalla concordanza perfetta di tempo del giorno lunare e del doppio periodo di marea (sempre 24 h. 50 m.) e dal fatto che in una località vi è quasi perfetta coincidenza tra alta marea e passaggio della luna sul meridiano del luogo.

Anche il Sole, sia pure in molto minor grado, agisce nello stesso modo della Luna; perciò quando Sole, Terra e Luna si trovano press'a poco sulla stessa retta (= *Sizigie*), e cioé in congiunzione (Luna e Sole dalla stessa parte, vale a dire periodo di luna nuova) o in luna piena, la marea è più forte; minore invece quando formano un angolo retto con la Terra (= in *quadratura*, vale a dire in periodi di primo e di ultimo quarto).

CAPITOLO LII.

L'atmosfera e i suoi fenomeni

1. - **Le condizioni generali dell'atmosfera.** — Il globo terracqueo (= *litosfera* + *idrosfera*) è circondato in modo continuo da un involucro gassoso chiamato *atmosfera* che è parte integrante della Terra. Poco si sa del suo spessore; certo non è meno di 250 km.

Possiamo distinguere nell'atmosfera due zone, e cioè la troposfera e la stratosfera.

La *troposfera*, è quella che più ci interessa perché è in essa che avvengono i principali fenomeni metereologici (1) e in continua perturbazione e movimento (dal greco: *trepo* = *voltarsi*); giunge a circa 12 km. È costituita di aria e cioé di quella miscela di gas fra i quali predominano: azoto (78 % del volume), ossigeno (21 %), argo (quasi 1 %), anidride carbonica e vapor acqueo prodotti dai fenomeni di combustione, dalla evaporazione, ecc.; inoltre i cosidetti gas rari (neo, cripto, xeno, elio) e il pulviscolo atmosferico composto di polvere derivata dallo sgretolamento delle rocce e di microorganismi incistati.

La *stratosfera* è costituita di gas molto rarefatti disposti a strati in corrispondenza del loro p. sp. Tra questi, oltre gli 80 km. è notevole l'H; manca H_2O e CO_2. Assenza di movimenti e di perturbazioni. È una zona destinata ad assumere grande importanza per i rapidissimi percorsi aeronautici.

I fenomeni che avvengono nella troposfera (venti, piogge) sono causati dalle varie condizioni di *temperatura*, di *pressione* e di *umidità*.

2. - **Temperatura dell'aria.** — Quando si parla della temperatura d'un luogo si intende quasi sempre parlare della temperatura dell'aria di quel luogo, all'ombra; e tutto il calore di cui la super-

(1) Chiamasi *meteorologia* lo studio di fenomeni che avvengono nell'atmosfera.

ficie terrestre e l'atmosfera vengono imbevute proviene quasi esclusivamente dal Sole.

La distribuzione delle temperature viene rappresentata sulle carte per mezzo delle *isoterme* le quali *sono linee congiungenti i punti di egual temperatura* (1).

È noto che la temperatura diminuisce con l'altitudine; ora è evidente che, salvo il caso di carte speciali e di piccole regioni particolari, le isoterme segnate su una carta geografica non debbono rispecchiare la condizione altimetrica. Prima della loro costruzione è perciò necessario ridurre al livello del mare i valori forniti dalle singole stazioni, condurre cioè la temperatura a quella che ciascuna stazione avrebbe se essa fosse situata al livello del mare. Per ottenere ciò basta applicare determinate formule. Senza questa precauzione si avrebbero delle carte riproducenti grossolanamente l'andamento del rilievo e non manifesterebbero il senso vero delle variazioni generali della temperatura.

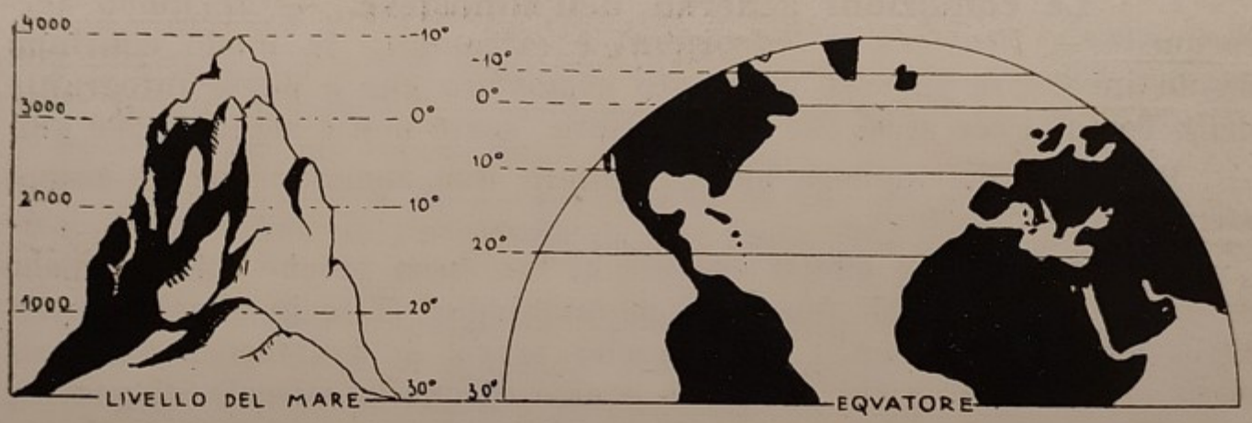


Fig. 154. — La temperatura va diminuendo con l'aumentare della altitudine e della latitudine.

1) *La temperatura diminuisce con l'aumentare dell'altitudine;* e precisamente, per ogni 100 metri di salita verticale diminuisce di 1° nell'aria secca e di 0,5° nell'aria umida.

Gli strati più vicini alla superficie della Terra si trovano a temperature superiori perché vengono riscaldati, oltre che dai raggi solari diretti, dal calore solare irradiato (e cioè riflesso) dalla superficie delle terre e delle acque e inoltre perché sono più densi.

2) *La temperatura diminuisce con l'aumentare della latitudine;* e ciò in relazione con la sfericità della Terra.

Si usa dire che tale variazione è in rapporto con la maggiore o minore obliquità dei raggi solari, ma è inesatto. I raggi solari sono sempre tra loro paralleli e perciò non possono essere più o meno obliqui; è invece la superficie della Terra che, essendo sferica, offre nello stesso istante le sue diverse regioni più o meno obliquamente, determinando una distribuzione della identica sezione

(1) Generalmente si tratta di *temperature medie* (medie giornaliere, decadiche, mensili, semestrali, annuali).

normale di raggio solare sopra superfici di estensione diversa. Se la Terra fosse piana o cilindrica la temperatura dovrebbe essere uniforme dovunque: elevata, media o bassa a seconda del grado di inclinazione rispetto ai raggi solari.

Se non vi fossero altre cause perturbatrici, le isoterme dovrebbero essere tutte parallele ai paralleli, mentre ciò non è. E ne vediamo ora le cause.

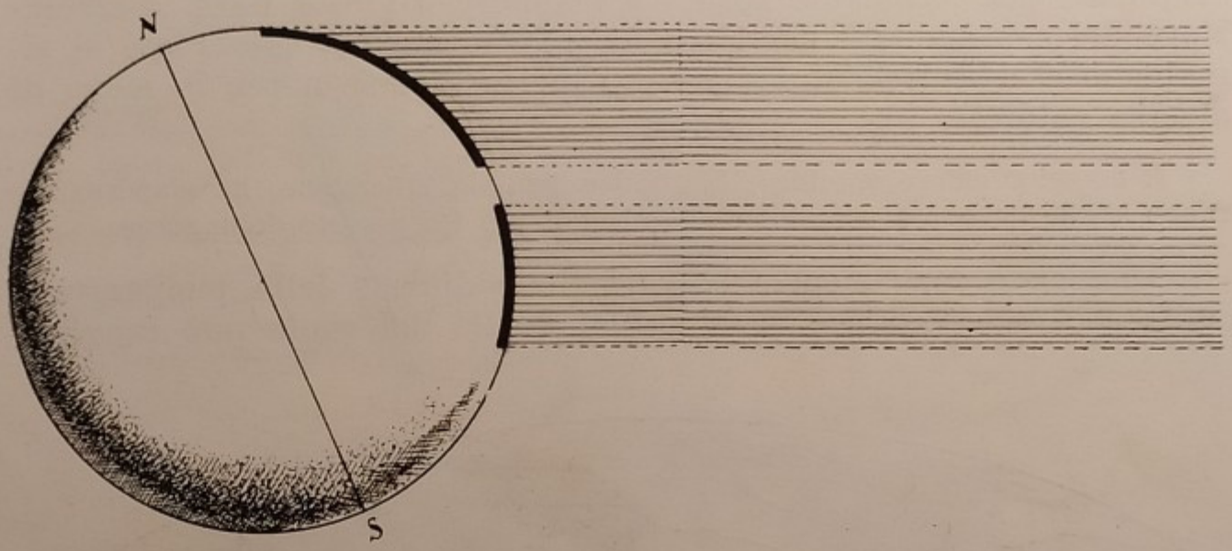
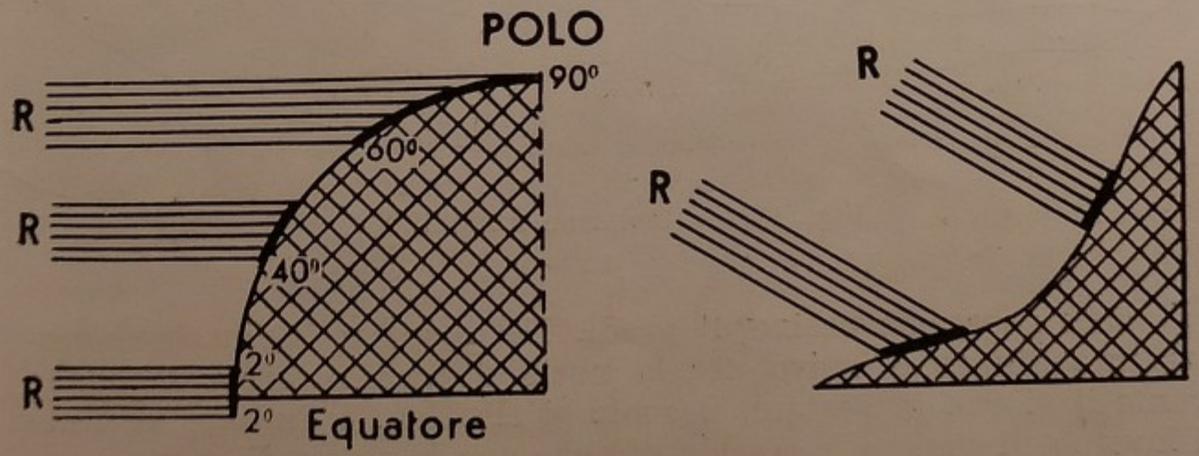


Fig. 155. — Lo stesso raggio di Sole distribuisce il suo calore su estensione minore o maggiore in rapporto al modo come la superficie sferica della Terra si offre al Sole i cui raggi sono tutti paralleli.

3) *La temperatura dello stesso luogo varia con il variare della durata del giorno e della notte;* e ciò in relazione con la inclinazione dell'asse della Terra rispetto all'asse del Sole e con il movimento di rivoluzione della Terra.



1. 2.

Fig. 156. — Il diverso riscaldamento alle diverse latitudini dipende dalla sfericità della Terra (1) e dal modo come i lembi della Terra si offrono ai raggi solari (sempre tra loro paralleli). Per lo stesso motivo, nelle nostre regioni (2), le pianure sono meno riscaldate dei pendii volti al sole.

Per questa causa le isoterme dovrebbero durante l'anno spostarsi parallelamente fra di loro con lo spostarsi apparente del Sole dall'uno all'altro tropico.

4) *La temperatura varia con il variare del mezzo sulla superficie terrestre: terra o acqua.* La regolarità di andamento delle isoterme nello steso periodo per tutta la Terra o in periodi diversi stagionali per le singole zone, viene molto alterata dalla distribuzione dei continenti e degli oceani, perché l'acqua e le rocce si riscaldano e si raffreddano con leggi molto diverse o per lo meno di diverso valore.

Il maggior calore specifico, la trasparenza, la riflessione, la evaporazione fanno sì che l'acqua si riscaldi e si raffreddi più lentamente delle rocce.

In alcune zone mentre la variazione diurna della temperatura dell'acqua superficiale è quasi nulla, quella del suolo può raggiun-

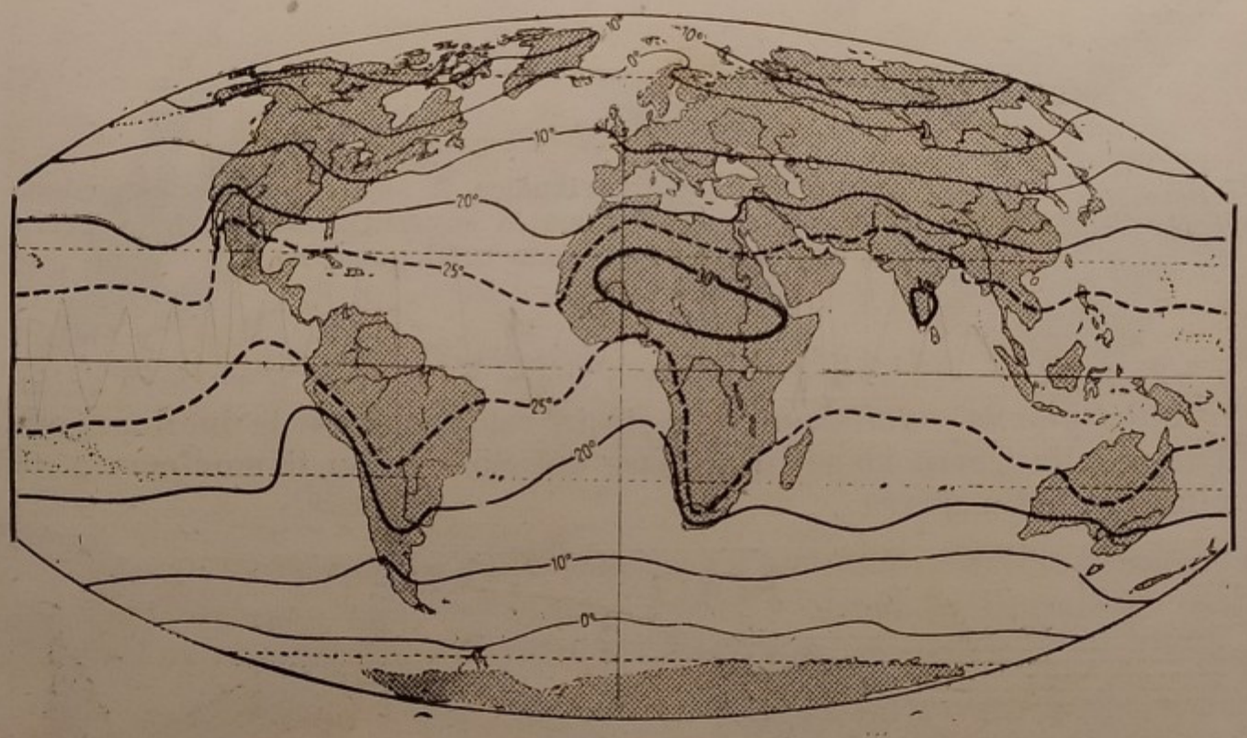


Fig. 157. — Isoterme annuali.

gere anche parecchie decine di gradi. Nel mare si ha un immagazzinamento diurno o estivo per la notte o per l'inverno. Dunque: durante il giorno (e l'estate) il suolo si riscalda, e durante la notte (e l'inverno) il suolo si raffredda più che non le masse di acqua.

Per questo motivo le isoterme di luglio su tutta la Terra (estate per il nostro emisfero, inverno per l'emisfero sud) non sono parallele ai paralleli, bensì si inarcano verso il nord, in corrispondenza delle superfici continentali (inarcamento verso nord significa grossolanamente aumento di temperatura per il nostro emisfero che si trova in periodo estivo, abbassamento per l'emisfero

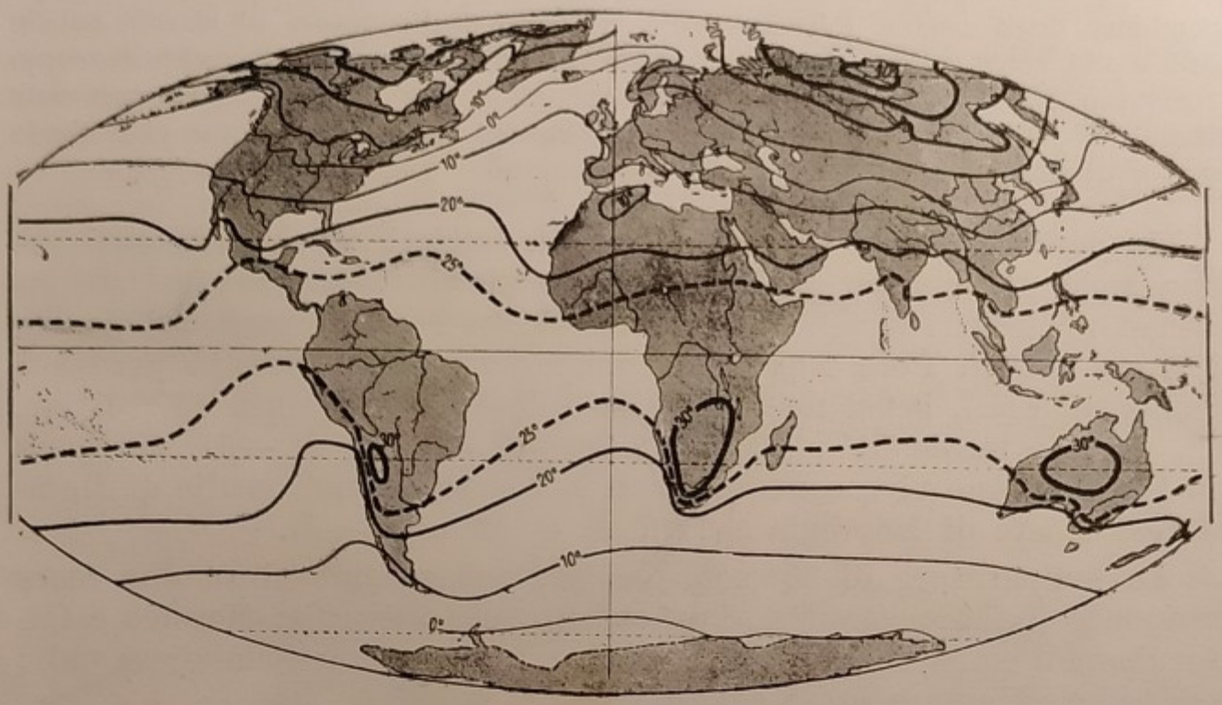


Fig. 158. — Isoterme di Gennaio.

sud che si trova in periodo invernale); mentre le isoterme di gennaio si inarcano verso il nord nelle zone oceaniche. Volendo riunire le carte delle due stagioni eguali per i due emisferi, vedremo le isoterme estive (luglio per l'emisfero nord, gennaio per l'emisfero sud), avvicinarsi ai poli in corrispondenza delle superfici continentali e le isoterme invernali, invece, avvicinarsi ai poli in corrispondenza delle superfici oceaniche.

Fig. 159. — Isoterme di Luglio.

È poi ben visibile il loro allargamento generale delle isoterme in corrispondenza degli oceani. Percorriamo l'Atlantico dall'equatore al circolo polare nord e noi constateremo l'abbassamento di 25°; eseguendo lo stesso percorso attraverso l'Asia, l'abbassamento sarà di oltre 50°. Così il mare non solo attenua l'oscillazione annuale della temperatura in un luogo, ma esso tende pure a diminuire i contrasti locali e regionali.

In ogni caso dunque, si noti la caratteristica dei continenti che sono zone di massimi freddi e di più elevate temperature, e l'influenza moderatrice delle acque oceaniche. Il *polo nord del freddo* si trova non al Polo Nord astronomico o nelle isole più prossime (Svalbard, ecc.), bensì nella Siberia e cioé a Vercojansk (67° di lat. N.), dove le medie di + 16° nel mese più caldo e di —57° nel mese più freddo fanno vivo contrasto con le corrispondenti medie di Hammerfest (coste di Norvegia a 71°), di + 12° e di —5°.

Le temperature di 30° sono sempre sui continenti su due fasce frazionate (Sahara, Arabia, Turkestan, Asia Centrale, Messico e California nell'emisfero nord; Calahari e Australia nell'emisfero sud); si possono chiamare *fasce equatoriali del caldo*.

Quasi le stesse cose si possono dire per le *pianure circondate da montagne*. La pianura del Po d'estate è più calda e d'inverno è più fredda delle zone attorno anche più elevate. Le depressioni e le conche sono più fredde in inverno più calde in estate, cioè sono continentali, sia perché le circostanti barriere montuose impediscono la penetrazione dei tiepidi venti oceanici, sia perché l'aria vi è come confinata e stagnante come in un gran lago, che si riscalda e raffredda in dipendenza del suolo a contatto.

5) *Le temperature sono influenzate dalle correnti marine ed aeree permanenti*. Portiamo un esempio: da ambedue le regioni extratropicali (circa 30° Nord e Sud) divergono correnti aeree e marine dirette verso i Poli obliquanti a est. Ne consegue che in ogni oceano nelle zone temperate le coste orientali sono in media più calde delle coste occidentali (5° nella Scozia sett., —10° nel Labrador merid. alla stessa lat.).

Dal Capo Verde al Capo Nord la temperatura invernale non si abbassa che di 20°, mentre in America per trovare lo stesso cambiamento basta andare dalla Florida a New York. Le zone di vegetazione sono come compresse sulla costa atlantica degli Stati Uniti; i prodotti vegetali più vari si succedono a deboli distanze; il cotone della Luisiana e le banane della Florida sono, sotto un certo aspetto, alla portata di mano degli abitanti di New York dove il clima e le colture sono le stesse di quelle della Scozia sett.

Un certo valore hanno anche le carte degli *estremi assoluti* di temperatura, purché i dati vengano forniti da stazioni regolari. La temperatura più bassa conosciuta è quella di —70° a Vercojansk in Siberia; la più elevata venne registrata nella Valle della Morte in California (depressione chiusa, al di sotto del livello del mare) con +55° (s'intende all'ombra).

Importante è l'analisi anche delle carte con le curve di *isoamplitudine*, vale a dire i cui punti hanno la stessa amplitudine o *escursione annua*, tra il mese più caldo e il mese più freddo. Analizzando questa carta si possono constatare i seguenti fatti: 1. l'escursione annua aumenta dall'equatore ai poli (influenze stagionali astronomiche); 2. le variazioni maggiori si riscontrano nell'emisfero settentrionale (influenza dei continenti). 3. in ogni continente l'aumento avviene dalla costa all'interno (influenza dei continenti). Per questo motivo si hanno i seguenti valori: 60° nella Siberia nord-orientale (Vercojansk a 67° lat. nord); 40° nel Canadà settentrionale; 20° nel centro della penisola Iberica, nel Sahara, nel Calahari, nel gran Chaco e nell'interno dell'Australia. 4. Sulle zone oceaniche temperate diminuisce da ovest a est (effetto dei venti e delle correnti marine costanti), tanto che di fronte all'escursione annua di 30° per le coste di Terranova si ha il valore di soli 10° per le coste atlantiche europee, anche settentrionali (Scozia, Irlanda).

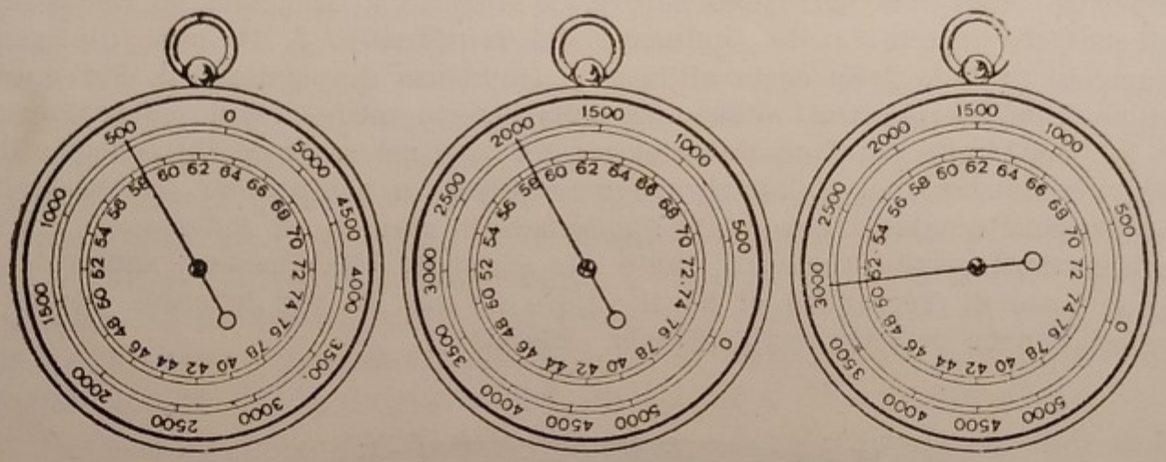
Fig. 160. – Le linee isoamplitudinali o di eguale escursione annua sulla Terra. Su quasi tutto l'Oceano Atlantico la temperatura nell'annata varia al massimo entro 10°; sul continente asiatico, fino a 69°.

Per lunedì 9 gennaio 1939 XVII

4. - **Pressione dell'atmosfera.** — L'atmosfera, come tutti i corpi solidi, liquidi e gasosi che della Terra fanno parte, è attratta verso il centro della sfera terrestre, quindi pesa, quindi preme sui corpi costituenti la idro-litosfera.

Sappiamo come per calcolare il valore della pressione atmosferica si usi il *barometro*: quello a mercurio (esperienza di Torricelli, barometro Fortin) e quello metallico tascabile (aneroide Bourdon; altimetro). Al livello del mare,

sopra ogni cmq. di superficie, la colonna d'aria sovrastante preme per chilogrammi 1,033, cioè quanto su una eguale superficie preme una colonna di mercurio alta cm. 76 o una colonna d'acqua alta m. 10,33.



1. 2. 3.

Fig. 161. — Come si usa il barometro-altimetro. 1. Come troviamo l'altimetro; 2. giriamo l'anello attorno fino a che la lancetta coincide con l'altitudine a cui siamo (es. m. 2000, dedotto dalle carte top.); 3. salendo su una cima il barometro scende a 51 e la lancetta segna in corrispondenza m. 3000: siamo perciò a m. 3000.

La pressione atmosferica *diminuisce*:

1) *con l'altitudine*: e precisamente ad ogni 100 metri di salita verticale corrisponde, fino ad una certa altitudine, una diminuzione di poco meno d'un centimetro di mercurio (1);

2) *con la temperatura*: è evidente che l'aria calda sia meno densa e quindi prema meno di quella fredda;

3) *con l'umidità*: l'aria umida, contrariamente a quanto di solito si crede, pesa di meno e quindi ha una pressione minore di quella secca.

Quando abbiamo costruito le isoterme, abbiamo dovuto in qualche caso fare astrazione dal fattore altitudine; ora dovendo costruire le linee *i cui punti posseggono egual pressione*, cioè le *isobare*, dovremo invece sempre fare astrazione dalla altitudine riducendo i dati come se i calcoli fossero stati eseguiti al livello del mare. E questo per poter mettere a confronto regioni che si trovano in condizioni altimetricamente diverse.

---

(1) Più precisamente la diminuzione è (in valori medi e arrotondati):
di mm. 9 per ogni 100 metri dai 0 ai 1000 metri
di mm. 8 per ogni 100 metri dai 1000 ai 2000 metri
di mm. 7 per ogni 100 metri dai 2000 ai 3000 metri

Queste linee sono paragonabili alle linee isoipse; anche qui la differenza di pressione tra due isobare vicine deve essere costante (*equidistanza barica*).

Così, più vicine sono le isobare e maggiore e più ripido è il dislivello di pressione tra un punto e un altro e viceversa se le isobare sono allontanate; anche qui le isobare sono quasi sempre linee chiuse, circolari e concentriche, ed anche qui il circoletto più interno può indicare o una zona a alta pressione (cime delle montagne per le isoipse) o una zona a bassa pressione (parti profonde di una conca).

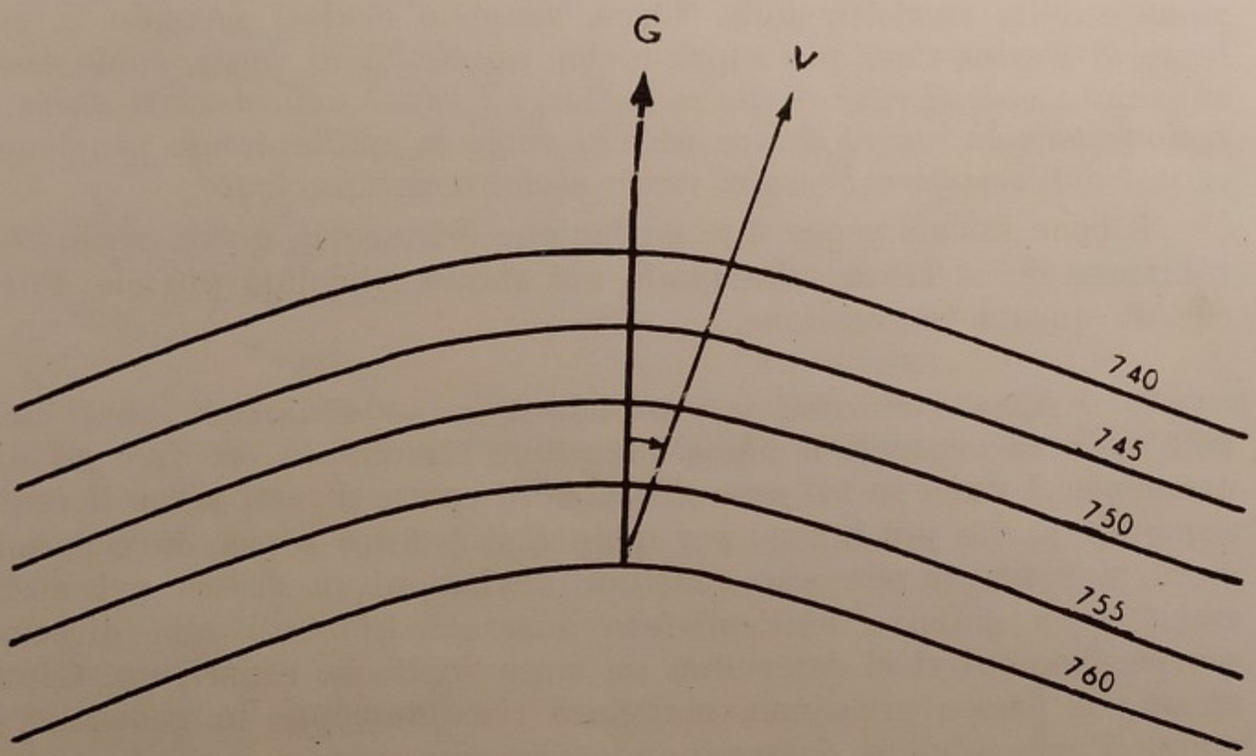


Fig. 162. — La direzione del gradiente (G) è perpendicolare alle isobare (= minima distanza tra le isobare); ma il vento (V) assume una direzione spostata a destra (nel nostro emisfero) in conseguenza della sfericità e della rotazione della Terra.

5. - **Venti.** — I venti sono spostamenti di masse d'aria che si trovino a contatto e a diversa pressione. Le masse d'aria si spostano dai punti di maggiore a quelli di minore pressione, cioé, grossolanamente, dai punti più freddi a quelli più caldi. Elementi del vento sono: la *velocità* e la *direzione*.

La *velocità* delle masse d'aria in movimento (venti) è in relazione con la vicinanza o meno delle isobare: ad isobare più infittite corrisponde evidentemente maggior velocità, perché vi corrisponde maggior dislivello barico, come a isoipse più fitte corrisponde maggior pendenza di terreno e quindi maggior velocità d'acqua torrentizia.

Per misurare la velocità del vento si usano gli *anemometri* costituiti da quattro o più emisferi concavi (orizzontali o inclinati) colla incavatura verticale. In Europa, in media si può ritenere come massima velocità del vento, per la

durata di un'ora, quella di 28 m. al secondo, ossia di circa 100 km. all'ora; e non si può bene stabilire di quanto i massimi eccezionali sorpassino tale cifra, perché con venti molto forti gli attuali anemometri non funzionano bene e se ne ricavano cifre poco attendibili. Le velocità massime in Italia si aggirano attorno agli 80 km. all'ora, e solo raramente possono giungere ai 90 km.; debbono quindi ritenersi eccezionalissime le velocità vicine o superiori ai 100 km.

La *direzione* del vento (1) dovrebbe essere quella della minima distanza tra due isobare; ma i venti, in causa soprattutto della rotazione e della sfericità della Terra, vengono deviati secondo la nota legge di Ferrel vista più sopra e che, applicata ai venti, suole essere enunciata così (Legge di Bays-Ballot): *i venti sono deviati dalla direzione teorica, verso destra* (di chi volge le spalle donde proviene il vento) *nell'emisfero boreale, verso sinistra nell'australe.*

È bene insistere che tale deviazione è illusoria e non reale; è la rotazione della Terra, alla quale noi siamo vincolati più che l'aria, che dà questa impressione.

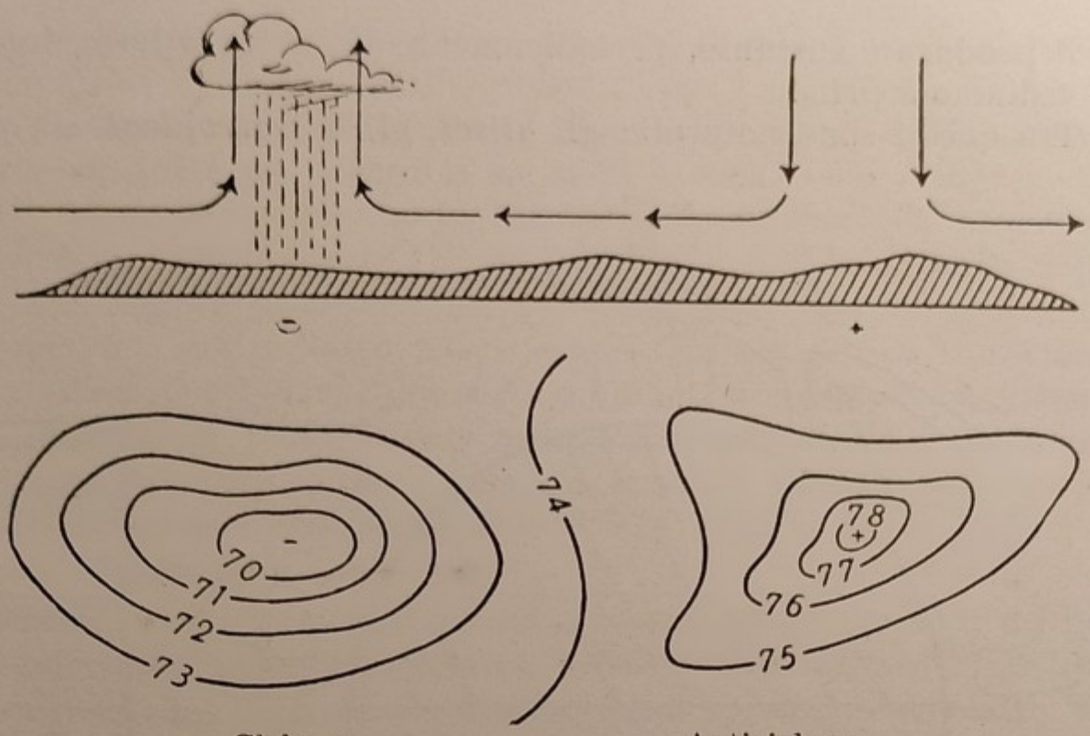
6. - **Area ciclonica e anticiclonica.** — Chiamasi *area ciclonica* un'area centrale a bassa pressione circondata da aree ad alta pressione. I venti in tal caso dovrebbero essere diretti verso il centro seguendo la via più breve; per quanto si è detto sopra, invece, subiscono durante il percorso continue deviazioni (a destra nel nostro emisfero, a sinistra nell'emisfero australe) rispetto alla direzione teorica, per cui vi si determina un moto vorticoso centrípeto. Giunte al centro (bassa pressione, maggiore riscaldamento in generale), le masse d'aria salgono, determinando così una *colonna ascendente* (calda e spesso anche umida).

Chiamasi *area anticiclonica* un'area centrale ad alta pressione circondata da zone a bassa pressione. Per lo stesso motivo visto sopra si determina un moto vorticoso divergente dal centro al quale giunge dall'alto il rifornimento della *colonna d'aria discendente* (fredda e secca).

Di passaggio diciamo fin d'ora che in generale *ciclone* (bassa pressione) è sinonimo di brutto tempo o, meglio, di tempo piovoso (= colonna ascendente di aria calda e umida) e che *anticiclone* (alta pressione) è sinonimo di tempo sereno. Naturalmente cicloni e anticicloni sono tra loro associati anche negli effetti: una corrente di aria parte, ad esempio, da una zona centrale anticiclonica per giungere al centro d'una zona ciclonica.

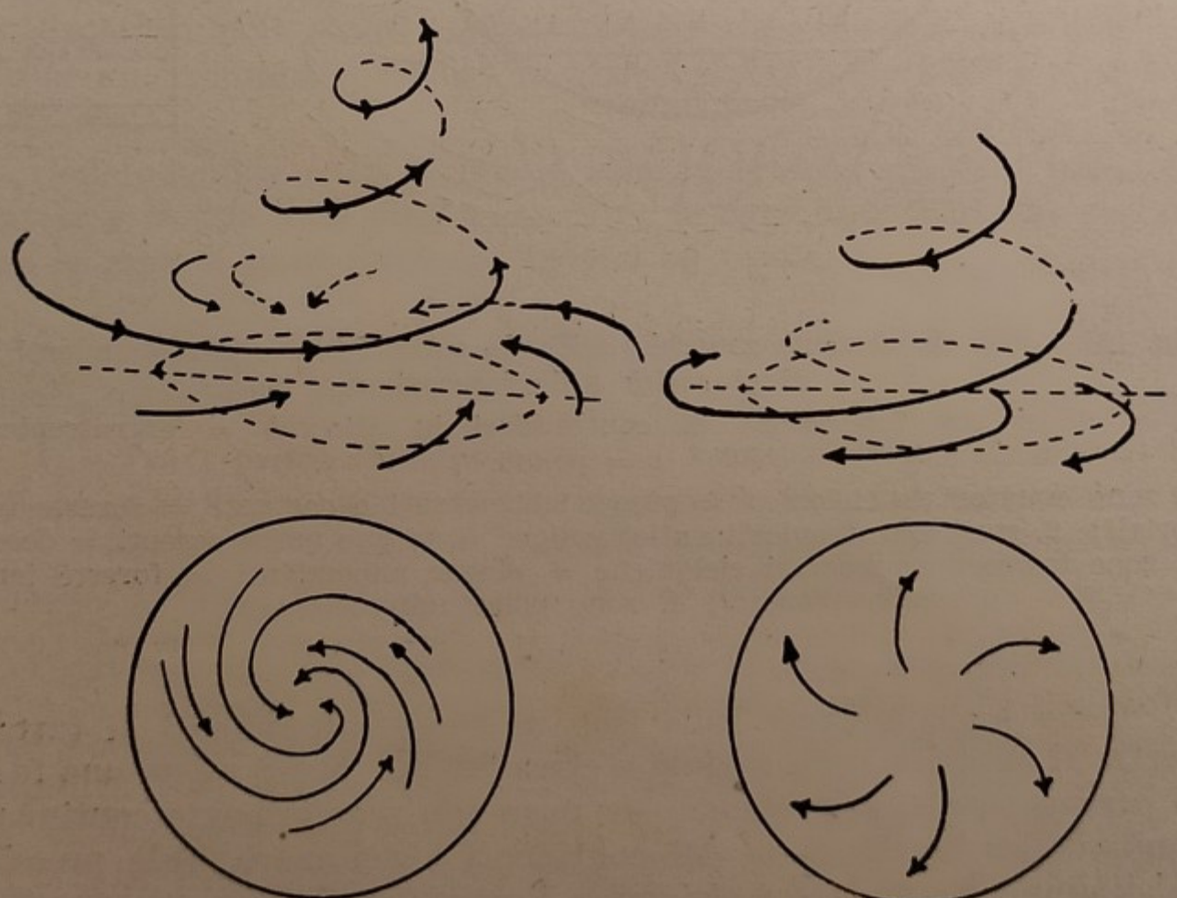
7. - **Regimi di venti. Venti costanti.** — I venti possono essere *costanti* (vale a dire spiranti sempre secondo una direzione), *periodici* (vale a dire spiranti periodicamente e alternativamente secondo due direzioni in generale opposte) o *irregolari*, a seconda che la causa

(1) Dire *vento di sud*, significa *vento che viene dal sud*, ecc.



Ciclone Anticiclone

Fig. 163. — Isobare indicanti un ciclone e un anticiclone; in alto, i fenomeni derivati: corrente di aria ascendente = piogge; corrente di aria discendente = secco.



Ciclone Anticiclone

Fig. 164. — Rappresentazione in piano e verticale di un ciclone (correnti turbinose convergenti e poi ascendenti) e di un anticiclone (correnti discendenti e poi divergenti).

che li produce è costante, periodicamente invertita o irregolare. Per ora vediamo i primi.

Tra questi sono notevoli: gli *aliséi*, gli *extratropicali* e i *polari*.

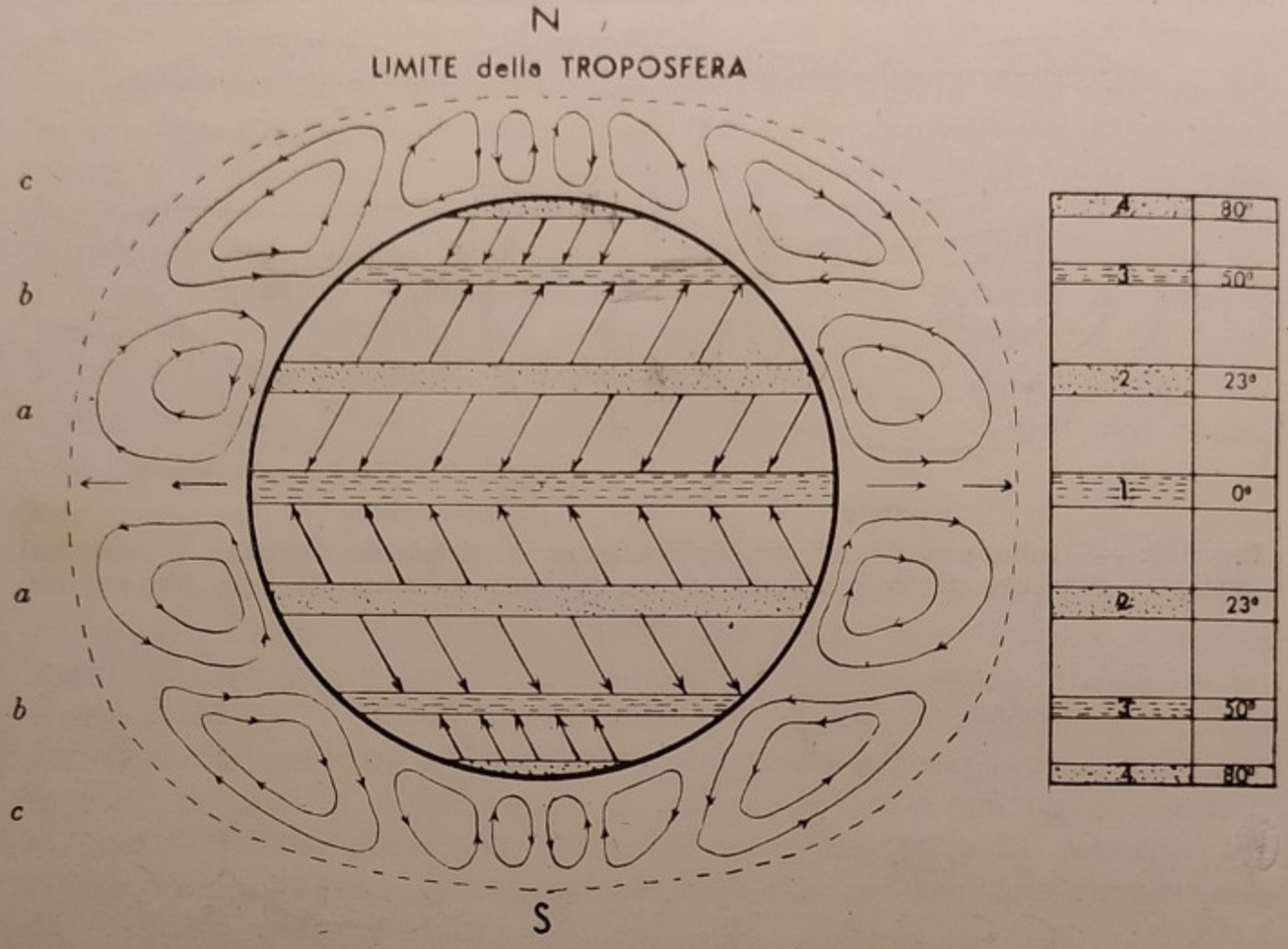


Fig. 165. — La circolazione generale dell'aria sulla Terra e corrispondenti zone di piovosità e di vegetazione.

a = alisei con formazione di controalisei in alto; *b* = extratropicali;; *c* = polari.

1. zona equatoriale ciclonica = piogge abbondanti e costanti = foreste equatoriali;; 2. zone extratropicali anticicloniche = piogge quasi assenti = deserti; 3. zone temperate-subpolari cicloniche = piogge abbondanti = foreste temperate-subpolari; 4. zone polari anticicloniche.

Osservando le carte delle isobare semestrali-annuali di tutta la Terra, si nota che nelle regioni a circa 30° lat. N e S esiste una fascia di *permanente alta pressione*, sia pure non regolarmente continua in causa della distribuzione dei continenti e dei mari. Tale pressione va diminuendo andando sia verso l'equatore (in conseguenza della più alta temperatura), sia verso i circoli polari (fatto non ben spiegato). Si producono perciò dei venti che saranno costanti, diretti da 30° N e S all'equatore, ma deviati, per la legge di Ferrel, verso occi-

dente: si chiamano **aliséi**: e cioé aliséi di nord-est nell'emisfero boreale, e aliséi di sud-est nell'australe. Sono i primi che hanno favorito la navigazione di Cristoforo Colombo nel 1492. Spirano evidentemente su tutti gli oceani e su tutti i continenti compresi tra i tropici. L'equatore diventa in tal modo una zona ciclonica (*calme equatoriali*). Quivi giunte, le masse d'aria umide e calde salgono nelle alte regioni atmosferiche, raffreddandosi sempre più, sia per la espansione subíta sotto minor pressione, sia per la bassa temperatura stessa degli strati più alti; e quindi si condensano, diventano tanto pesanti da poter vagare solo orizzontalmente; e si muovono allora dall'equatore verso i tropici, stavolta deviati verso oriente. Si chiamano venti **controaliséi** e si mantengono circa sui 3-5 mila metri di altezza.

Giunti, molto più raffreddati e secchi, al di sopra e un po' in fuori dei tropici, scendono verso le basse regioni atmosferiche (*calme tropicali*) finché, arrivati a contatto della superficie terrestre, si dividono in due parti (zona anticiclonica): parte vien richiamata all'equatore, rigenerando gli aliséi e completando così un ciclo chiuso, e parte si spinge verso il circolo polare corrispondente (**venti extratropicali**) dove si incontra con le masse d'aria freddissime provenienti dai rispettivi poli (**venti polari**); i poli sono dunque anch'essi sede di zone anticicloniche, mentre le zone temperate tra i 50° e i 70° sono cicloniche.

Concludendo: sulla Terra le *zone cicloniche costanti* sono: l'equatore e le due zone alto temperate; le *zone anticicloniche costanti* sono le regioni poco fuori dei tropici ed i poli.

8. - **Venti periodici.** — Alcuni venti cambiano di direzione ogni 6 mesi, altri ogni 12 ore.

1. - Tra i primi ricordiamo solo i *monsoni,* venti stagionali che soffiano alternativamente dalla terra verso il mare (inverno)(1) e dal mare verso la terra (estate)(2), causati dal diverso riscaldamento dell'Oceano Indiano rispetto al continente asiatico.

I veri monsoni (*mausin* in arabo significa stagione) sono quelli dominanti nell'Oceano Indiano. Nell'inverno, il massimo di pressione siberiano (anticiclone centro-asiatico) è la causa fondamentale del monsone di terra che rinforza l'aliseo di NE: vento arido, dannoso alle coltivazioni; durante l'estate il minimo di pressione che occupa l'Asia meridionale determina un richiamo del monsone dal mare (più freddo), il quale vento, con la sua direzione, sembra il prolungamento nell'emisfero nord dell'aliseo dell'emisfero sud, e apporta le piogge impazientemente attese sulle coste dell'Africa (Somalia It.), dell'Arabia, dell'India sopratutto, e dell'Indocina.

E durante il periodo di mutamento di direzione dei monsoni (autunno, pri-

(1) Zona anticiclonica sul continente e zona ciclonica sul mare
(2) " " mare " " continente

mavera) che si producono pericolosissimi *tifoni* (1) che devastano spesso le coste dell'Oceano Indiano giungendo fin nei mari della Cina.

Tra i venti periodici che mutano di direzione ad ogni 12 ore sono molto note le *brezze di monte e di valle* e le *brezze di mare e di terra*: dipendono dalla diversità di riscaldamento delle alte zone rocciose nude e delle valli umide, della terraferma e del mare.

2) *Brezze di monte e di valle.* — Durante il giorno il riscaldamento è maggiore sulle montagne nude, rocciose e prive di umidità; e perciò dalle ore 11 di mattina alle 10 di sera comincia a soffiare un vento di valle che sale verso la montagna e che aumenta d'intensità nel pomeriggio per cessare molto dopo il tramonto: brezza tepida e umida che trascina molto vapore acqueo che si condensa leggermente poi attorno alle cime determinando un'atmosfera più velata del mattino. Appena tramontato il Sole, la nuda montagna più rapidamente si raffredda: dalle 10 di sera, perciò, fin verso le 11 del mattino, si eleva generalmente la brezza di monte, vento freddo che sembra portare l'aria ghiacciata dalla regione delle nevi; dura tutta la notte. Molti nomi locali indicano l'importanza che il montanaro attribuisce a questi venti periodici. Sulle prealpi lombarde (regioni dei laghi) si usano chiamare, *breva* la brezza di valle e *tivano* quella di monte; nel Tirolo sono conosciute col nome significativo di *Oberwind* (= vento dell'alto) e *Unterwind* (= vento del basso).

3) *Brezze di mare e di terra.* — Durante il giorno, il maggiore riscaldamento del suolo (= continente) rispetto a quello dell'acqua del mare (diversità media di 5° tra terra e mare), determina una corrente aerea dal mare che ha inizio nelle prime ore pomeridiane apportando un refrigerio di temperatura e d'umidità sulle coste; essa è sensibile solo fino a 500 m. di altezza e fino a 20-40 km. nell'interno del continente se e dove non è súbito fermata da monti costieri. Durante la notte, raffreddandosi l'aria più rapidamente sulla terraferma, si producono le brezze di terra verso il mare rimasto più tepido; sono meno sensibili però delle prime specialmente in causa dell'attrito sulla terra.

9. - **Venti locali o irregolari.** — Sono correnti atmosferiche determinate da situazioni barometriche particolari locali in relazione con locali condizioni geografiche. Tra i numerosi, ricordiamo: la *bora* di provenienza settentrionale, lo *scirocco* di provenienza sempre meridionale e il *föhn*.

Bora. — È un vento freddo secco e violento autunnale o invernale che spira durante i periodi di forte depressione adriatica

Proveniente spesse volte dall'interno dell'Europa centro-orientale, raffreddandosi sugli spalti nevosi delle Alpi Dinariche e sull'altopiano carsico, rapidissimo scende come a cascata sulle coste della Dalmazia e dell'Istria piombando su Trieste e giungendo con i suoi effetti fin oltre Monfalcone e Grado.

---

(1) I tifoni sono cicloni locali di proporzioni limitate ma violentissimi; sono analoghi ad essi i *tornados* dell'Africa e gli *arricani* (d'onde uragani) dell'America centrale.

Scirocco. — È uno dei fattori del clima del Mediterraneo meridionale, ma giunge con i suoi effetti fin sulle coste liguri e venete; vento caldo d'origine sahariana, e spirante per tutto il mediterraneo richiamato da una depressione mediterranea. Estremamente secco in origine (azione snervante sugli uomini e sugli animali sulle coste algerine, sicule e iberiche), cioé fino alla Spagna (e allora si chiama *soláno*) e fino alla Sicilia, passando sul mare si carica di umidità e giunge alle coste italiche, francesi e catalane come un vento umido e apportatore di pioggie.

Vento caldo meridionale, di provenienza desertica è il *ghibli,* richiamato specialmente in primavera da temporanea depressione mediterranea: caldo, asciutto, gravido di polvere e di sabbia, che inaridisce le piante (benché pare che ad alcune giovi, come per es. alla maturazione dei datteri), assai deprimente per gli uomini e per gli animali. Si verifica in media trenta giorni all'anno. L'azione dei venti desertici viene attenuata in Tripolitania e in Cirenaica dalla linea retrostante di rilievi, non così invece nella regione pianeggiante infuocata sirtica, il cui piano desertico giunge fino al mare.

Il *föhn* è un vento caldo e secco che scende dalle Alpi nei periodi di tardo inverno; determina rapidissima fusione di nevi e piene improvvise di fiumi.

19. - **L'umidità atmosferica.** — L'acqua contenuta nell'atmosfera è costantemente rinnovata dall'apporto continuo di vapore acqueo proveniente soprattutto dalla traspirazione dei vegetali, dalla espirazione degli animali e dalla evaporazione delle acque terrestri e oceaniche. L'evaporazione ne è certo la sorgente più notevole e la sua intensità è in funzione diretta della temperatura, della ventosità (che toglie continuamente i vapori saturi che si potrebbero formare) ed è in funzione inversa della umidità presente.

Solo in condizioni particolari il vapore acqueo si rende a noi visibile, cioé in generale quando si condensa. Si hanno perciò i seguenti *stati di condensazione*: la nebbia, la rugiada, la brina, la galaverna.

La *nebbia*: è generata dalla condensazione del vapor acqueo negli strati immediatamente sovrastanti al suolo. Ma perché si manifesti è necessaria la presenza di nuclei di condensazione (granuli di pulviscolo atmosferico, gruppi molecolari di sostanze igroscopiche, cariche elettriche). Se la condensazione avviene sotto forma liquida chiamasi *rugiada; brina* se sotto forma solida, per le più basse temperature. In tempo di nebbia, quando la temperatura notturna si abbassa di parecchi gradi sotto zero, le piante possono rivestirsi di strati di ghiaccio in cristalli lunghi persino 6-8 cm.; e non solo le piante, ma anche gli spigoli degli edifici, i rilievi del suolo, ecc. Il fenomeno è chiamato *galaverna*.

11. - **Nubi.** — Le *nubi* sono costituite, ben diversamente dalle nebbie, di gocce d'acqua allo stato liquido, fra le quali si possono trovare anche cristalli di ghiaccio.

La formazione delle nubi è senza dubbio dovuta a segregazione di vapor acqueo da una massa d'aria la quale abbia superato il limite di saturazione. Tale diminuita capacità di tenere in sospensione una certa quantità di vapore acqueo è sempre determinata da un raffreddamento. Questo raffreddamento è causato: o dal *contatto di masse d'aria* a temperature e umidità diverse che vengono a scivolare accanto o l'una sull'altra; si viene allora a formare una superficie di miscela lungo la quale viene segregata acqua liquida e cioè nubi; o da una *distensione* della massa d'aria in volume maggiore qualunque ne sia la causa (un volume d'aria che aumenta di 1/10 il proprio volume diminuisce di 9° la sua temperatura); o da movimento *ciclonico* ascensionale o da correnti ascendenti che vanno a cozzare contro un *rilievo*. Queste sono le cause della formazione delle nubi; altrettanto, quasi, sono le cause della formazione delle piogge.

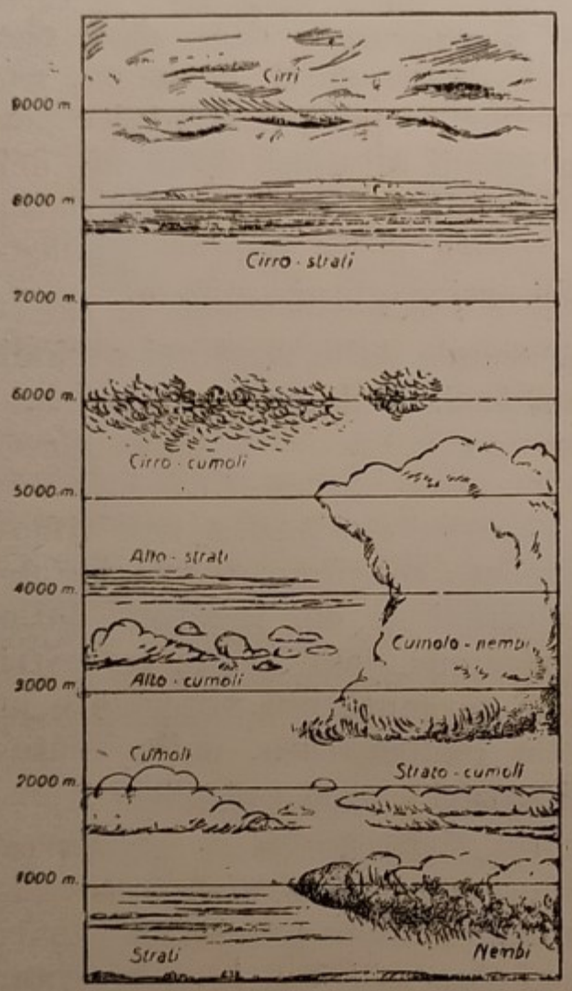


Fig. 166. — Forme diverse di nubi alle diverse altezze.

La forma delle nubi dipende da molti fattori; origine, altezza, visuale, composizione, ecc.

Le più note *forme semplici* di nubi, illustrate dalla figura qui accanto, sono le seguenti: strati, nembi, cumuli, cirri.

12. - **Precipitazioni annue e loro ripartizione sulla Terra.** — Premettiamo che vale quasi sempre la regola generale che si ha piovosità nelle zone e nei periodi ciclonici, cioè a bassa pressione.

Dalla osservazione della carta della piovosità annua sulla Terra si può concludre che la quantità di precipitazioni in un luogo è in rapporto: alla pressione barometrica, alla direzione dei venti, alla presenza di catene montuose.

1) Per la *pressione barometrica*, si possono intravvedere, nelle linee generali, a questo riguardo 4 zone ben distinte di piovosità:

a) quella *equatoriale* a bassa pressione costante (costantemente ciclonica, salvo località particolari), con piogge superiori ai mm. 2000 (Parà 2039; Pernambuco 2871; Camerún 4195; Sumatra 4576);

b) quella *extra tropicale*, a elevata pressione costante (costantemente anticiclonica) con pioggie inferiori ai mm. 250 (zona dei deserti caldi in ambedue gli emisferi);

Fig. 167. — La piovosità sulla Terra.

c) quella *temperata subpolare* a bassa pressione costante (costantemente ciclonica) con pioggie medie sui mm. 1000 (Europa centrale boscosa, dai Pirenei alla Siberia meridionale);

d) quella *polare*, a costante elevata pressione (costantemente anticiclonica), con precipitazioni inferiori ai mm. 250 (zona delle tundre).

2) Una influenza rilevantissima è data dalla *direzione dei venti*. In ogni oceano, infatti, è ben visibile la differenza, nelle zone temperate, tra le coste orientali più aride, e quelle occidentali piovose in relazione con la direzione generale dei venti extratropicali diretti a est. Nella Norvegia si hanno mm. 1500 contro 400 del Labrador; nella Dalmazia 1500 contro i 750 della sponda Adriatica occidentale.

3) Influenza capitale, poi, nei particolari, è data dallo sbarramento offerte dalle *catene montuose*: nel Chile meridionale oltre mm. 2000 contro i 300 del versante Argentino (Pampas); oltre 2000 sulla costa Pacifica del Canadà, contro i 400 del versante Atlantico: oltre 3000 alle falde meridionali dell'Imalaja contro i 250 e meno del versante continentale tibetano; 1500 nell'Inghilterra sul versante Atlantico, contro i 7000 del versante orientale.

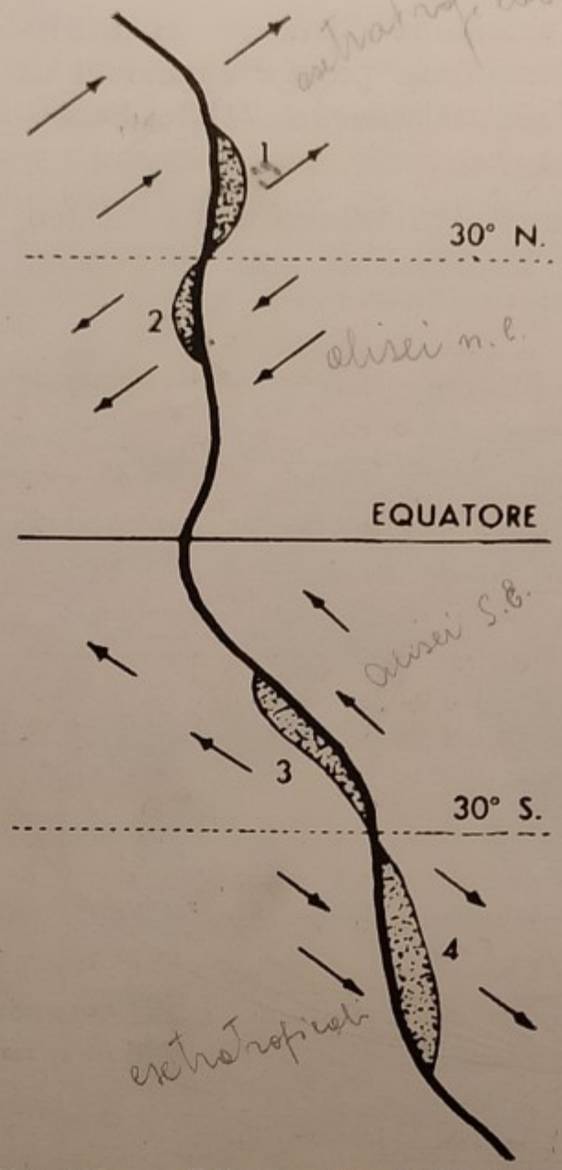


Fig. 168. — L'influenza della Cordigliera Rocciose-Ande sulla distribuzione della piovosità nelle Americhe (le zone punteggiate sono quelle aride, opposte alle più piovose): 1. (venti extratropicali) Gran Bacino del Lago Salato; 2. (venti alisei) Deserto California sud; 3. Deserto coste Peruviane-Chilene; 4. Steppa della Patagonia.

La zona più piovosa della Terra trovasi alle falde meridionali dell'Imàlaja (Cerrapongi nell'Assam, con mm. 12.000) e dei Gati occidentali (Mahabalesvar con mm. 8000); qui agiscono le influenze positive della latitudine (subequatoriale), della disposizione del rilievo (diretto perpendicolare ai venti umidi) e della provenienza oceanica dei venti.

I minimi si raccolgono nell'Africa tropicale extratropicale: Port Nolloth (Africa Australe) con 58 mm.; il Cairo con 24 mm.; Suez con 25 mm.; Assab con 30 mm.

13. - **Regimi pluviometrici.** — Le acque ben raramente vengono distribuite in maniera eguale durante l'annata. La varia distribuzione delle piogge nell'annata, detta *regime pluviometrico*, ha, sul clima e sullo sviluppo della vegetazione, spesso maggior importanza del quantitativo annuo totale. I valori sono spesso estremamente vari. A Bombay, dove la piovosità annua raggiunge i 1900 mm., da Dicembre a Maggio non si raccolgono che 10 mm. di pioggia (anticiclone siberiano, monsone continentale di NE); a Gerusalemme, dove la piovosità annua è di 640 mm., da Maggio a Ottobre non piovono che 20 mm. (regime mediterraneo con siccità estiva).

Possiamo sulla Terra distinguere i seguenti regimi pluviometrici:

1) il *regime equatoriale* senza stagione secca (per la costanza

del ciclone equatoriale) con due massimi di piogge durante i periodi equinoziali (e, in questi periodi, un massimo d'acquazzoni dalle ore 12 alle 15);

2) il *regime tropicale*, con 1-2 periodi di piogge, talora violente, per 3-6 mesi e 1-2 periodi secchi (quando il Sole è molto lontano).

3) il *regime desertico-torrido extratropicale*, determinato dal costante anticiclone extratropicale, con assenza quasi assoluta e permanente di piogge (salvo su qualche alto rilievo alla periferia);

4) il *regime oceanico e mediterraneo* che si manifesta sugli oceani, sulle isole oceaniche e sulle coste mediterranee ed è rappresentato da piogge invernali per la presenza del ciclone invernale sui mari (temperature più elevate rispetto al continente) e da siccità estiva;

5) il *regime temperato subcontinentale* che si manifesta alquanto nell'interno dei continenti, ed è caratterizzato da piogge estive per la presenza del ciclone estivo sul continente; analogo è il clima alpino o, in genere, delle elevate altitudini. Nelle aree intermedie si ha un *regime di transizione* con piogge primaverili e autunnali (pianura Padana);

6) i *regimi desertici* nei quali la mancanza quasi assoluta di piogge non è causata dal persistente anticiclone extratropicale (come nei deserti torridi), bensì dalla eccessiva continentalità della regione (deserti freddi asiatici: Arál, Caracúm, Gobi) o dal trovarsi la regione al riparo di catene montuose sulle quali i venti provenienti dal versante opposto hanno già abbandonato la loro umidità (Perù, Patagonia, Gran Lago Salato, Tibet);

7) il *regime circumpolare* permanentemente ciclonico, e perciò con precipitazioni persistenti per tutto l'anno (Norvegia settentrionale, Terra del Fuoco);

8) il *regime polare*, permanentemente anticiclonico e perciò con scarsità di precipitazioni; l'Antartide, anche nell'area propriamente polare, ha invece precipitazioni abbondanti in causa del rilievo;

9) *regime monsonico*: i venti monsoni determinano un regime di piogge analogo al regime tropicale, vale a dire con un periodo di piogge (estive) e uno secco (invernale): il monsone d'origine continentale siberiano (inverno) è naturalmente secco; il monsone d'origine oceanica (estate) è sempre piovoso.

« In nessun'altra parte il contrasto è più sensibile e netto tra le due stagioni, e la loro influenza più marcata sulla vegetazione e sulla vita economica, che nei paesi dei monsoni. Nell'Arabia Meridionale il monsone ha creato una zona d'oasi in cui il caffè è da lungo tempo una sorgente di ricchezza; è la sola parte dell'Arabia in cui non si facciano pregliere per la pioggia. Nell'India

Occidentale il monsone piovoso è atteso con ansietà; troppo tardivo o troppo precoce, esso annienta i raccolti e causa spaventevoli carestie spesso seguite da epidemie che annientano i tre quarti della popolazione d'una provincia. Certe colture, come quella del Caffè, del te, e del riso sono rimaste per molto tempo il monopolio delle regioni dei monsoni e vi hanno ancora preponderanza » (De Martonne).

ESEMPI DI REGIMI PLUVIOMETRICI (emisfero settentrionale)

(Si confronti questa tavola riassuntiva con i diagrammi della figura vicina).

REGIMI	Gen.	Feb.	Mar.	Apr.	Mag.	Giu.	Lugl.	Ago.	Sett.	Ott.	Nov.	Dic.	Totale
Reg. equator. (Jaluit)	291	300	454	359	513	396	392	345	342	294	362	444	4492
Reg. Tropic. (Gorea)	0	1	0	0	0	24	91	251	133	18	3	0	521
Reg. Monsonico (Bombay)	4	0	0	0	11	556	732	441	320	64	5	1	2134
Regime Mediterraneo (Gerusalemme) . .	160	146	91	44	7	0	0	0	1	10	52	136	647
Reg. Temperato continentale (Cracovia)	27	25	35	44	71	91	88	89	60	50	39	37	656

Riassumendo, i regimi estremi di piogge si possono ridurre a pochissimi:

a) *costante piovosità*: equatore, regione circumpolare;

b) *costante siccità*: deserti (torridi, continentali, al riparo di monti), regione polare;

c) *piogge estive - siccità invernale*: tropici, regime continentale, reg. monsonico;

d) *piogge invernali - siccità estiva*: regime mediterraneo e oceanico.

13. **Notizie sulla piovosità in Italia.** — Interessante è l'osservazione della carta delle pioggie medie (medie quinquennali).

La caratteristica più generale è la stretta dipendenza tra l'entità delle precipitazioni e il rilievo specialmente dove questo si erge direttamente presso la costa. Le zone meno piovose sono le pianure (Valle Padana dal mare a Ferrara, Tavoliere di Puglia, Piana di Catania, Piana di Cagliari: con meno di 500 mm. annui).

Il versante Tirreno è più piovoso dell'Adriatico (influenza dei venti diretti prevalentemente a NE).

Scarsa piovosità sul fondo delle vallate alpine e soprattutto in prossimità di alcuni bassi valichi (Aosta, Sondrio, Passi di Rezia, del Brennero e di Dobbiaco).

Massimi di piovosità sulle A. Carniche (mm. 3000) sui monti del L. Maggiore (Piemonte) e sull'Appennino Ligure (mm. 2500).

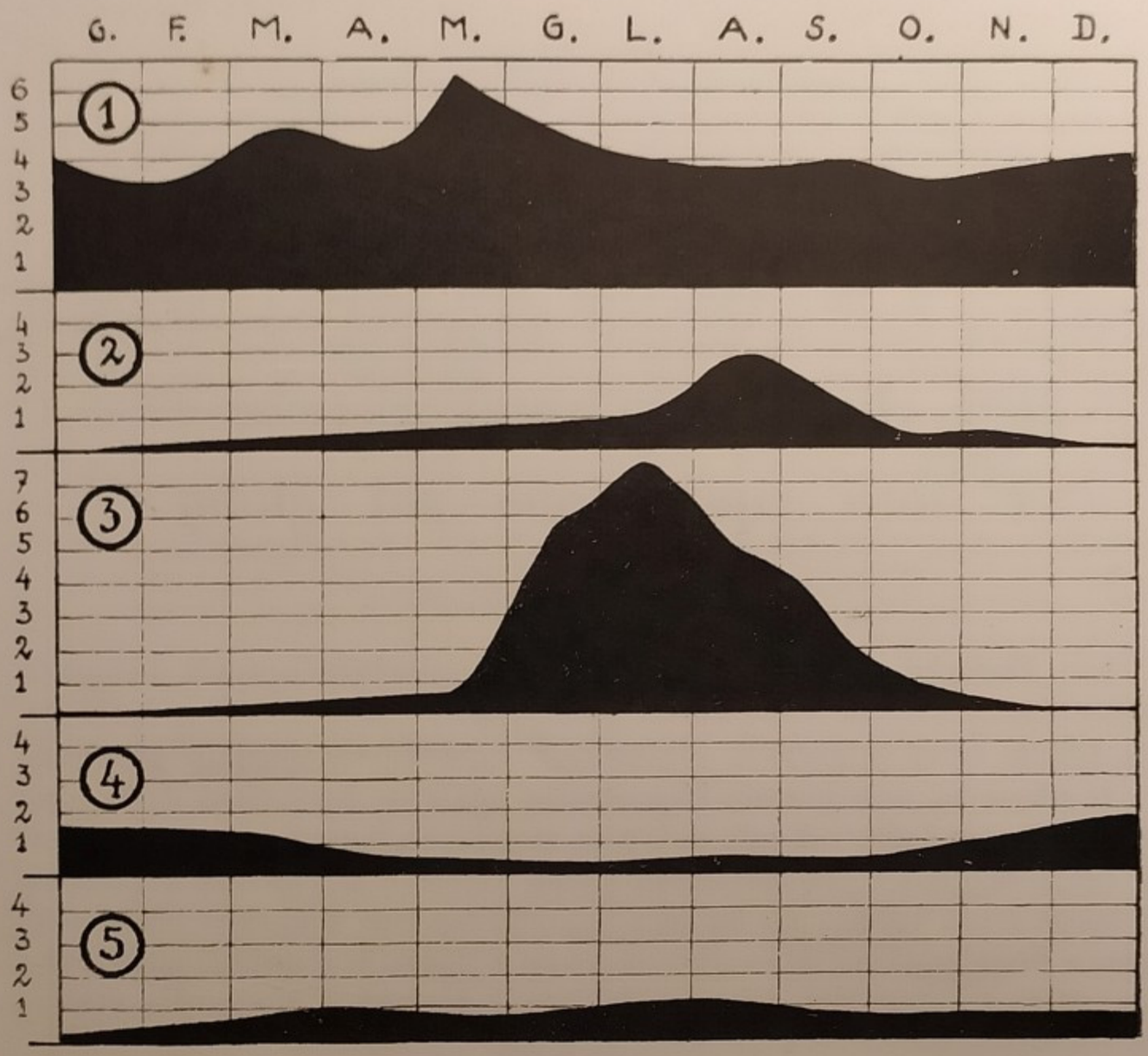


Fig. 169. — I regimi più tipici delle precipitazioni atmosferiche sulla Terra:

1. Reg. equatoriale p. d. (Jaluit).
2. Reg. Tropicale (Gorea).
3. Reg. Monsonico (Bombay).
4. Reg. Mediterraneo (Gerusalemme).
5. Reg. Temperato continentale (Cracovia).

I numeri a sinistra rappresentano i decimetri di precipitazioni cadute nei mesi corrispondenti.

CAPITOLO LIII.

I climi: loro caratteristiche e loro ripartizione sul globo

1. - **Definizione.** — *Si dice clima la risultante degli elementi meteorologici che caratterizzano una regione considerati quanto ai loro effetti sulla superficie terrestre e soprattutto sugli organismi.*

Il clima ha una grande importanza nelle modificazioni delle forme del rilievo; infatti il gelo dell'alta montagna determina cime molto più aspre di quelle provocate dal clima umido e tiepido delle regioni più basse e più calde; ma ha una importanza ben maggiore sullo sviluppo e distribuzione della vita vegetale e animale e quindi sulle culture, sulla stagionalità dei raccolti, sugli scambi, e cioé sulla intensità e localizzazione di certi fatti economici e politici.

2. - **Elementi e fattori del clima.** — Gli ELEMENTI del clima sono: la *temperatura* e le *precipitazioni*.

Si chiamano invece FATTORI CLIMATICI quei fatti che influiscono sugli elementi climatici e quindi anche sul clima. Questi sono: la latitudine, la altitudine, la distanza dal mare, la esposizione al Sole, la esposizione ai venti (venti caldi e freddi, venti umidi e asciutti). Interessante è a questo riguardo l'esame d'una zona montuosa in cui troviamo, vicinissime, località che hanno climi diversissimi (per diversità di altitudine, di esposizione ai venti e al Sole, per pendenza del suolo ecc.), o di un continente passando dalla costa all'interno (per diversità di lontananza dal mare). Ma ancor più interessante è l'esame dei vari tipi di climi su tutta la Terra.

3. - **Classificazioni dei climi.** — Per classificare i climi si possono seguire i più diversi criteri. Così, se si considera soprattutto la *temperatura* potremo avere i seguenti tipi di clima: marittimo, con-

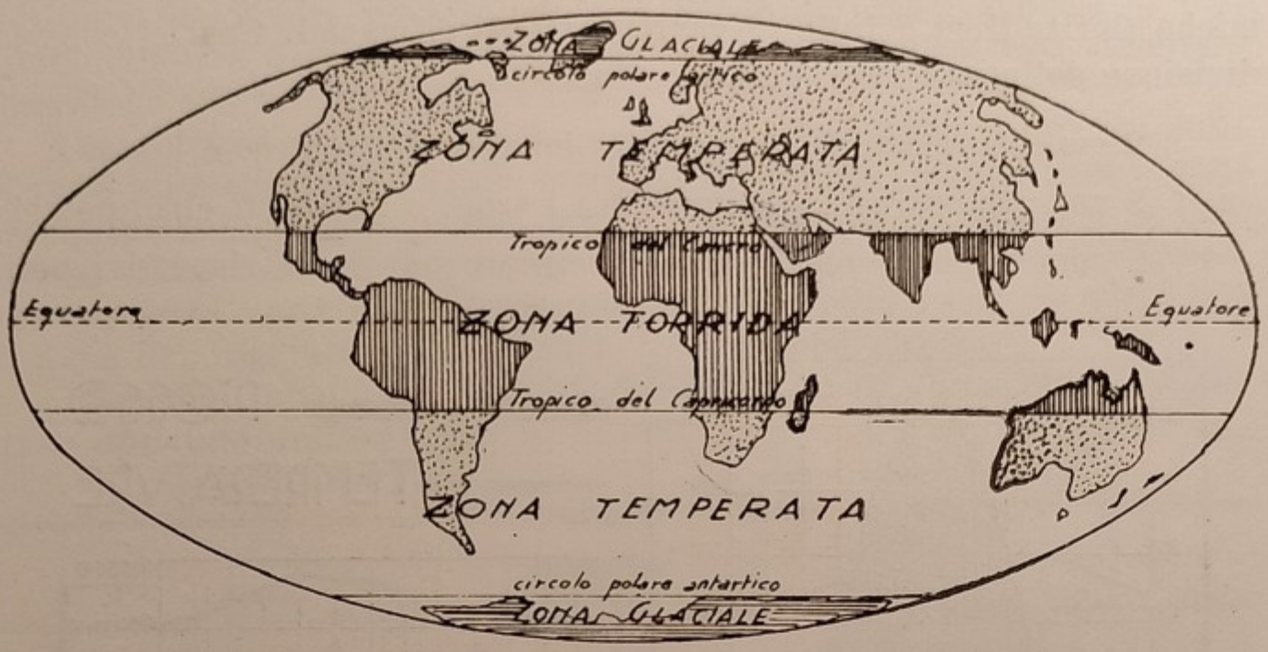


Fig. 170. — Le zone astronomico-climatiche della Terra.

tinentale, eccessivo, ecc.; se l'*umidità* e la *piovosità* si avranno il clima: umido, secco, piovoso, nevoso, ecc.

Una volta si usava dividere la Terra in *zone climatiche* facendo coincidere queste con le *zone astronomiche* perché effettivamente dal

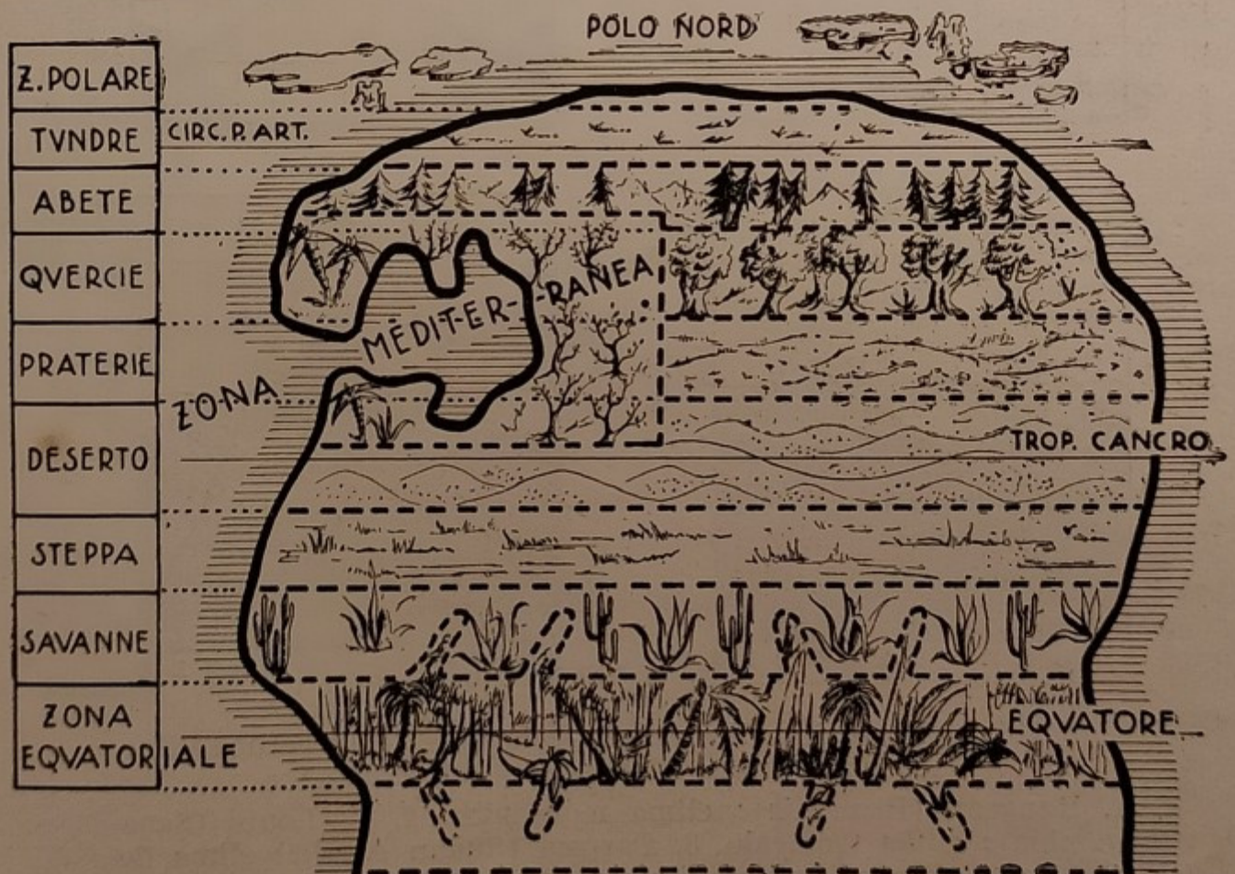


Fig. 171. — Le fasce di vegetazione sulla Terra in rapporto alle condizioni generali climatiche.

punto di vista più generale sono soprattutto le condizioni astronomiche (latitudine) a influire sugli elementi climatici. Così si ebbe la divisione della superficie terrestre in:

2 *zone tropicali* (o Z. torrida) comprese tra l'eq. e i trop.:

2 *zone temperate*, comprese tra i trop. e i rispett. circ. polari;

2 *zone polari*, comprese tra i circoli polari e i rispettivi poli.

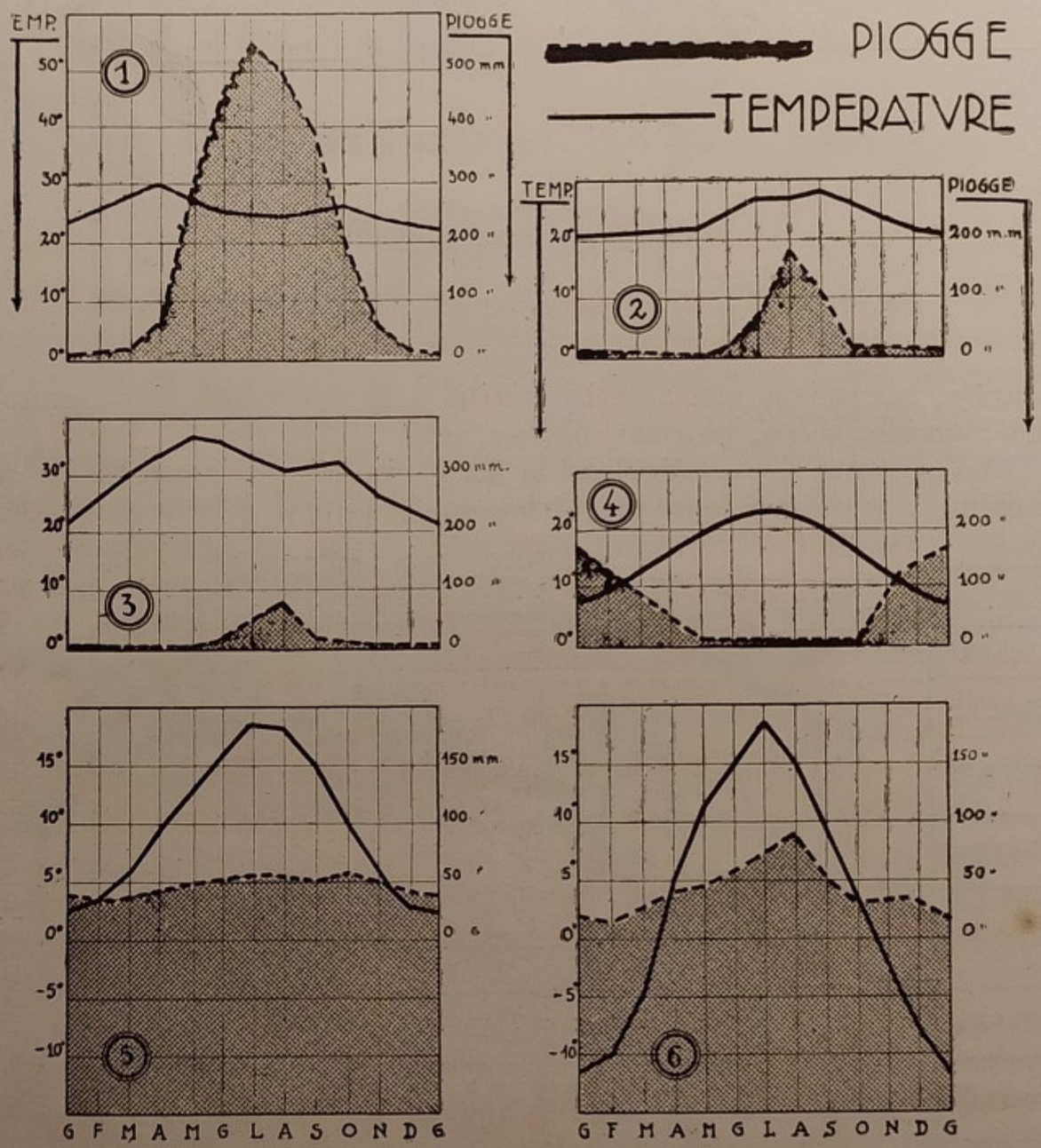


Fig. 172. — Piovosità (linea tratteggiata) e temperatura (linea continua) nelle diverse zone climatiche.

1. Rangoon (Birmania): clima monsonico. 2. S. Louis (Senegambia): clima tropicale. 3. Cartum (Sudan A. E.): clima desertico. 4. Gerusalemme: clima mediterraneo. 5. Parigi: clima temperato. 6 Mosca: clima continentale.

Ma se questa divisione è discreta dal punto di vista della temperatura, ha invece pochissimo valore per ciò che riguarda la piovosità; inoltre è troppo generica e non riflette le estreme diversità climatiche tra oceani e continenti.

Classificazione ottima sarà quella che tiene conto il più possibile di tutti gli elementi del clima e soprattutto della temperatura e delle precipitazioni nei loro valori totali e stagionali. E siccome le condizioni climatiche influiscono moltissimo sulla vegetazione spontanea, così è sorto l'uso molto opportuno di denominare i tipi di clima con il nome dei vegetali più caratteristici per quel clima.

Ecco una tabella riassuntiva dei vari tipi di clima che si incontrano andando dall'equatore a un polo.

Climi	Tipo particolare	Posizione	Regione caratterist.	Piovosità
A) **Caldi e umidi**	1) della foresta vergine	*equatoriale*	Amazzoni	abbondante - costante
	2) del caucciù	*equator.-monsonico*	Bengala	abbondante - peeriodica
	3) della foresta a solo lungo i fiumi	*subequatoriale*	Sudan	discreta - periodica
	4) della savanna	*tropicale*	Senegal	scarsa - periodica
B) **Caldo e secco**	5) della palma da datteri	*extratropicale*	Sahara	scarsissima
C) **Temperati**	6) dell'olivo	*mediterraneo*	Mediter.	discreta - invernale
	7) del mais	*semicontinentale*	Pianura Ungherese	scarsa - estiva
	8) delle praterie, delle steppe e dei deserti freddi	*continentale*	Basso Volga	scarsa - estiva
			L. Aral	
D) **Temperati, freddi e umidi**	10) della quercia	*subpolare oceanico*	Francia	discreta - costante
	11) delle conifere	*subpolare continent.*	Russia sett.	discreta - estiva
E) **Freddi**	12) della renna	*polare artico*	Siberia	scarsa - invernale
	13) del pinguino	*polare antartico*	Antartide	scarsa - estiva
	14) del yack	*tibetano*	Himalaia	scarsa - estiva
	15) del camoscio	*alpino*	Alpi	abbondante - estiva

E, ancor più riassumendo, stavolta andando dal polo Nord all'equatore:

Latitudine (approssimativa)	Posizione barica (condizione di piovosità)	Temp. media	Piovosità (e nevosità)	Flora (tipo di clima)
80°	**Anticiclone polare**	0 —10°	*scarsa*	tundra (renna o pinguino)
55°	**Ciclone subpolare**	0° +10°	*abbondante*	foresta di conifere (= taiga) foresta di latifoglie - steppe e deserti freddi
30°	**Anticiclone extratropicale**	+10° +20° +20° +30°	*scarsissima*	macchia mediterranea (= olivo) - pianure mais - praterie deserto caldo con palma da datteri steppa e savanna con baobab e acacie foresta a galleria con schiarite
0°	**Ciclone equator.**	+25°	*abbondante*	foresta equatoriale

Perciò nel caso di un continente ideale si passerebbe per lenti gradi dalla foresta equatoriale sempreverde fitta, a quella a galleria, alla savanna stagionale, al deserto, alla flora mediterranea (con le corrispondenti zone continentali a mais, a praterie, e a deserti freddi) alla foresta, prima di quercia e poi di conifere, e da ultimo alla tundra abitata da renne. La corrispondenza tra zone cicloniche e foreste e tra zone anticicloniche e deserti è quasi perfetta come appare da questo breve schema nel quale non si sono inclusi i climi montani (alpi, tibet) e monsonici.

PARTE II.

I FATTORI DELLA EVOLUZIONE DEL RILIEVO E DEL MODELLAMENTO DELLA SUPERFICIE TERRESTRE

1.

2.

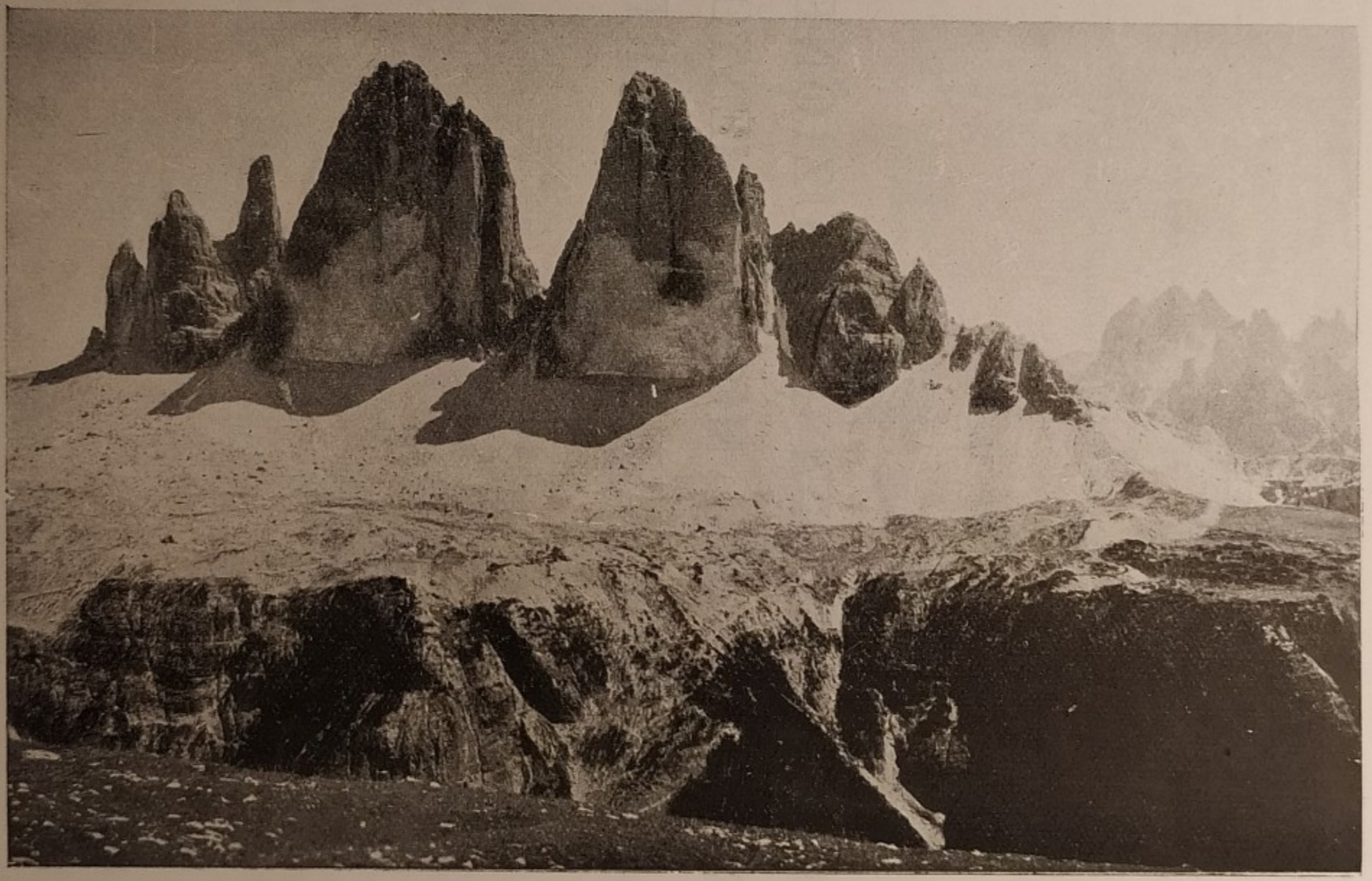
3.

Le Tre Cime di Lavaredo (1), masse calcareo-dolomitiche in strati orizzontali, poggianti su un ampio ripiano di più tenere rocce scistose (2) sul quale s'adagiano estesi macereti derivati dallo sgretolamento delle sovrastanti cime; il ripiano è sostenuto da un basamento (3) di altre rocce dolomitiche compatte.

1.

2.

3.



Le Tre Cime di Lavaredo (1), masse calcareo-dolomitiche in strati orizzontali, poggianti su un ampio ripiano di più tenere rocce scistose (2) sul quale s'adagiano estesi macereti derivati dallo sgretolamento delle sovrastanti cime; il ripiano è sostenuto da un basamento (3) di altre rocce dolomitiche compatte.

La superficie della Terra è in continua evoluzione; dove oggi si trovano monti e continenti un tempo vi erano mari e oceani, mentre, d'altra parte, interi continenti vennero sommersi in modo lentissimo o rapido dalle acque oceaniche. I fiumi solcano le montagne e con i materiali da queste asportate, innalzano il livello delle valli e delle pianure e colmano i mari; i ghiacciai ora avanzano scavando valli e conche, ora regrediscono abbandonando i detriti che sul loro dorso erano andati accumulandosi. Dai vulcani viene espulsa una ingente quantità di rocce profonde allo stato fluido tanto da costruire montagne e isole e colmare lagune. Insomma, la superficie della Terra va continuamente mutando di forme, sia *verticali* (monti, pianure, conche), sia *orizzontali* (coste). Ciò che noi oggi vediamo è il prodotto di centinaia di secoli. Le nostre Alpi e i nostri Appennini si avviano ad un lento spianamento, ad una lenta morte, mentre il loro materiale roccioso serve alla naturale costruzione di pianure a scapito dell'Adriatico, del Tirreno, del Mar Nero, del Mare del Nord.

Le attuali forme della superficie terrestre rappresentano il risultato del lavoro finora compiuto dalle due grandi categorie di fattori: fattori interni o **endogeni,** fattori esterni o **esogeni.**

Tra i primi sono notevoli: i corrugamenti, i bradisismi, i terremoti e i vulcani; tra gli altri: il calore solare, il gelo, il vento, i fiumi, i ghiacciai, l'atmosfera, gli organismi, il mare.

In linea generale si può con una certa sicurezza affermare che le linee *fondamentali del rilievo* terrestre, le forme prime, più grossolane, sono state determinate dai fattori interni, dal **dinamismo endogeno;** gli esterni hanno poi lavorato su queste forme fondamentali in modo da derivarne le *linee di dettaglio*, le forme secondarie, le quali rappresentano perciò l'effetto del **dinamismo esogeno.** Al primo si deve la *génesi* del rilievo in sé, al secondo la *epigénesi*, e cioè la evoluzione postuma del rilievo nelle sue particolarità. Così la catena alpina costituisce nel suo complesso un rilievo d'origine fondamentalmente endógena, e cioè derivato dal piegamento e dalla emersione di strati rocciosi prima profondi, sul quale hanno operato poi gli agenti esógeni ricavandone valli e monti, dossi e laghi, ecc.

Ed è per seguire questo ordine logico che esamineremo prima i fenomeni inerenti al dinamismo endógeno e in seguito quelli inerenti al dinamismo esógeno.

316

CAPITOLO LIV.

Proprietà fisiche generali della terra
Calore e costituzione interna della terra

1. - **Densità.** — Il peso specifico della Terra è 5,5; il peso specifico invece della crosta terrestre superficiale a noi nota è in media di circa 2. È necessario quindi ammettere la presenza di un nucleo interno costituito di materiali pesanti, che compensino la poca densità degli strati superficiali. Ma tra i metalli pesanti che troviamo a costituire il Sole e altri astri, il ferro ed il nichel sono i più abbondanti. Si deve dunque ammettere come probabile l'esistenza di un nucleo centrale di nichel e ferro (rari invece nelle rocce superficiali allo stato nativo), ricoperto da una crosta di più leggere rocce silicatiche, residuo forse del consolidamento e raffreddamento superficiale terrestre, coperto questo a sua volta da rocce sedimentari, formate cioè dalla sedimentazione fluviale, lacustre, marina, organogena ecc. Entro le grandi conche circolano le acque degli oceani e dei mari. E finalmente il tutto è avvolto in un'atmosfera di gas che si vanno rarefacendo mano mano ci si allontana dalla superficie della Terra.

2. - **Calore e temperatura della Terra.** — Che la terra sia dotata di calore proprio è dimostrato: 1) dai *vulcani* che vomitano nubi ardenti e lave fuse le cui colate possono incendiare campagne, foreste e città; 2) dalle *sorgenti termali* e dai *fenomeni pseudovulcanici* (vedi); 3) dalle *osservazioni termometriche* in profondità. Ed è su queste che per ora ci soffermeremo.

Fino ad una certa profondità, generalmente non superiore ai 30 m., la temperatura varia con il variare delle condizioni atmosferiche; ma al di sotto di tale profondità la temperatura rimane costante qualunque sia la stagione; tale temperatura aumenta di circa 3° per ogni 100 m. di discesa verticale. Questo valore chiamasi *gradiente geotermico*. Se l'aumento fosse costante, al centro della Terra si dovrebbero avere temperature attorno ai 200.000°; ma poiché i sondaggi più profondi, giunti a circa 3000 m. hanno dimostrato che il gradiente non mantiene valore costante, bensì diminuisce sempre più fino ad annullarsi praticamente, così si può ammettere che incominciando da una certa profondità la temperatura non sia superiore ai 3000° e tale rimanga fino al centro della Terra.

3. - **Costituzione della Terra.** — Secondo le teorie più accet-

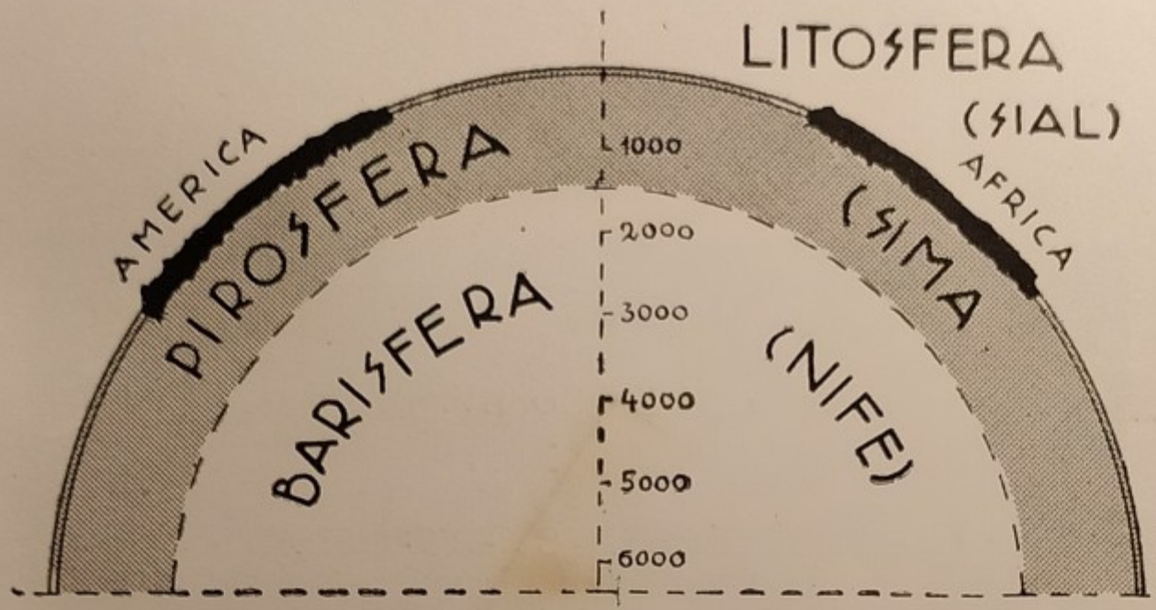


Fig. 173. — Le tre parti principali costituenti la Terra; nife, sima, sial (in blocchi galleggianti sul sima plastico, separati dagli oceani).

tate oggi, la Terra sarebbe costituita da tre zone che, incominciando dal centro, sono:

1) la *barisfera* (= sfera pesante), costituente il nucleo centrale, avente un raggio di circa 4500 km., formata da metalli pesanti e soprattutto da nichel e da ferro, allo stato solido, nonostante l'elevata temperatura, in causa della forte pressione esercitata dalla corteccia sovrastante; per la sua composizione chiamasi anche *Nife* (Ni = nichel; Fe = ferro): P. sp. = 8.

2) La *pirosfera,* avvolgente tutta la barisfera, costituita soprattutto da silicati di magnesio, donde il nome *Sima* (Si = silicio, Ma = magnesio), allo stato pastoso o di fluidità latente in causa dell'alta temperatura cui non corrisponde una sufficiente pressione che le impedisca di rimanere propriamente solida; p. sp. = 3,1.

3) La *litosfera,* solida, superficiale, tra le cui conche stanno le acque oceaniche, occupata in superficie dai viventi, costituita soprattutto da silicati di alluminio donde il nome *Sial* (Si = silicio; Al = alluminio); p. sp. = 2,8.

Fig. 174. — I continenti (= sial) costituiscono come zolle galleggianti sul sima plastico profondo, forse in lentissimo movimento.

CAPITOLO LV.

Corrugamenti e bradisismi

1. - **Stratificazione delle rocce.** — È un fatto che quasi tutte le rocce ci si presentano stratificate e cioè come costituite da tante lastre sovrapposte. La *potenza* e cioè lo spessore degli strati è molto variabile; si va dai sottilissimi *fogli scistosi*, agli *strati* di qualche decimetro, ai *banchi* di parecchi metri. In ogni strato distinguiamo due *facce* e le *testate* il cui significato è ovvio. Si può supporre che in generale gli strati si siano formati orizzontalmente; è così infatti

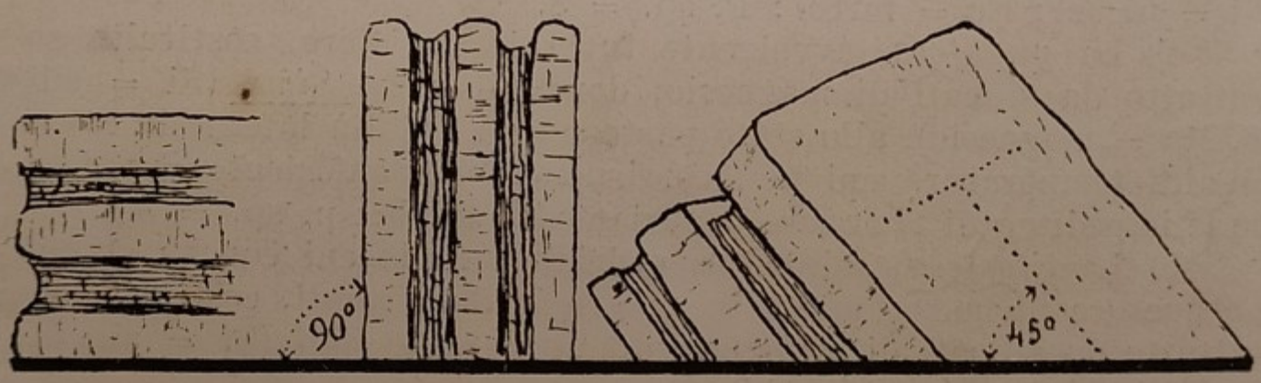


Fig. 175. — Strati rocciosi orizzontali (1), verticali (2) e obliqui (3). Si notino bene le testate e le facce d'ogni strato.

che anche oggi si vanno depositando ad esempio le fanghiglie marine e le argille lacustri destinate a diventare in seguito rocce di montagne. Ma è invece difficile trovare oggi, a costituire i monti, strati ancora *orizzontali*, mentre, per i fenomeni di corrugamento che vedremo, molto spesso ci si presentano *verticali* oppure *obliqui*, cioè inclinati secondo una certa direzione.

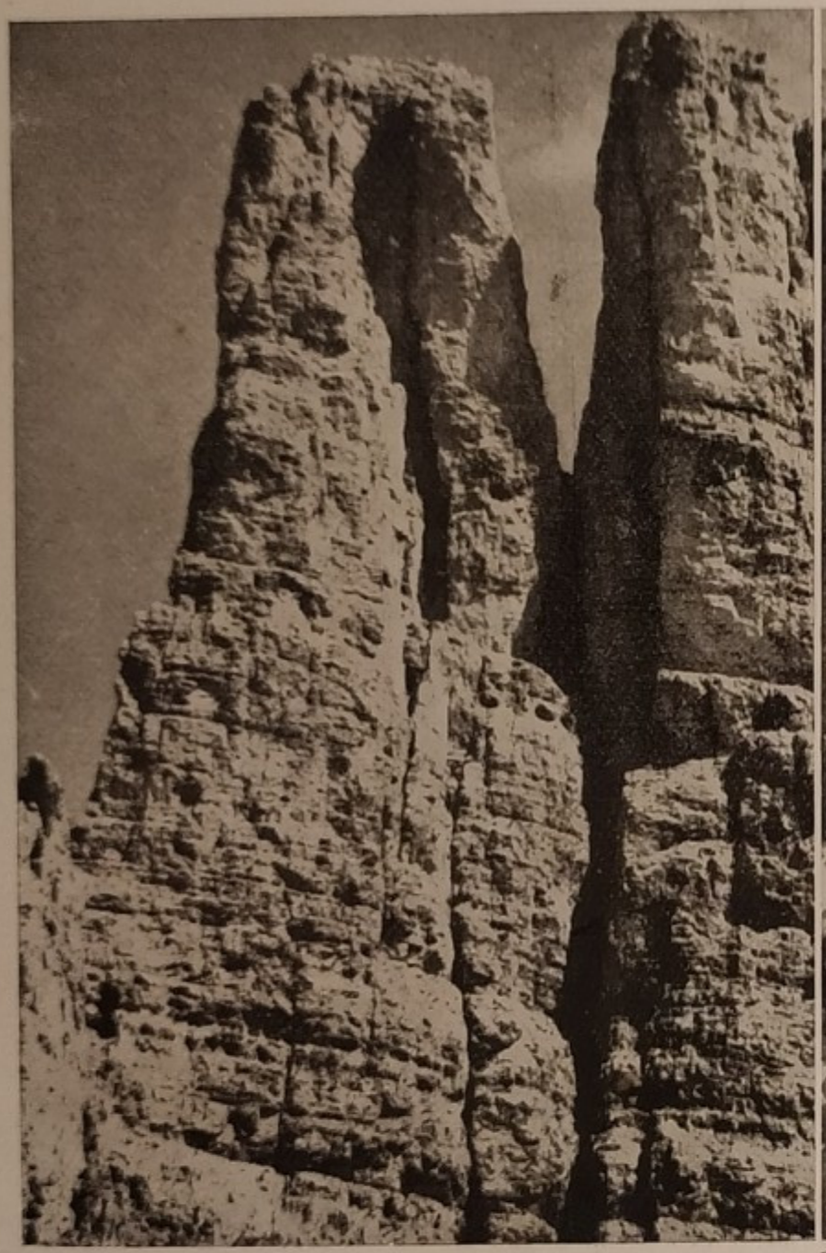


Fig. 176. — Rocce stratificate (= strati orizzontali: parete nei calcari del Catinaccio. (*Fot. Baehrendt*).

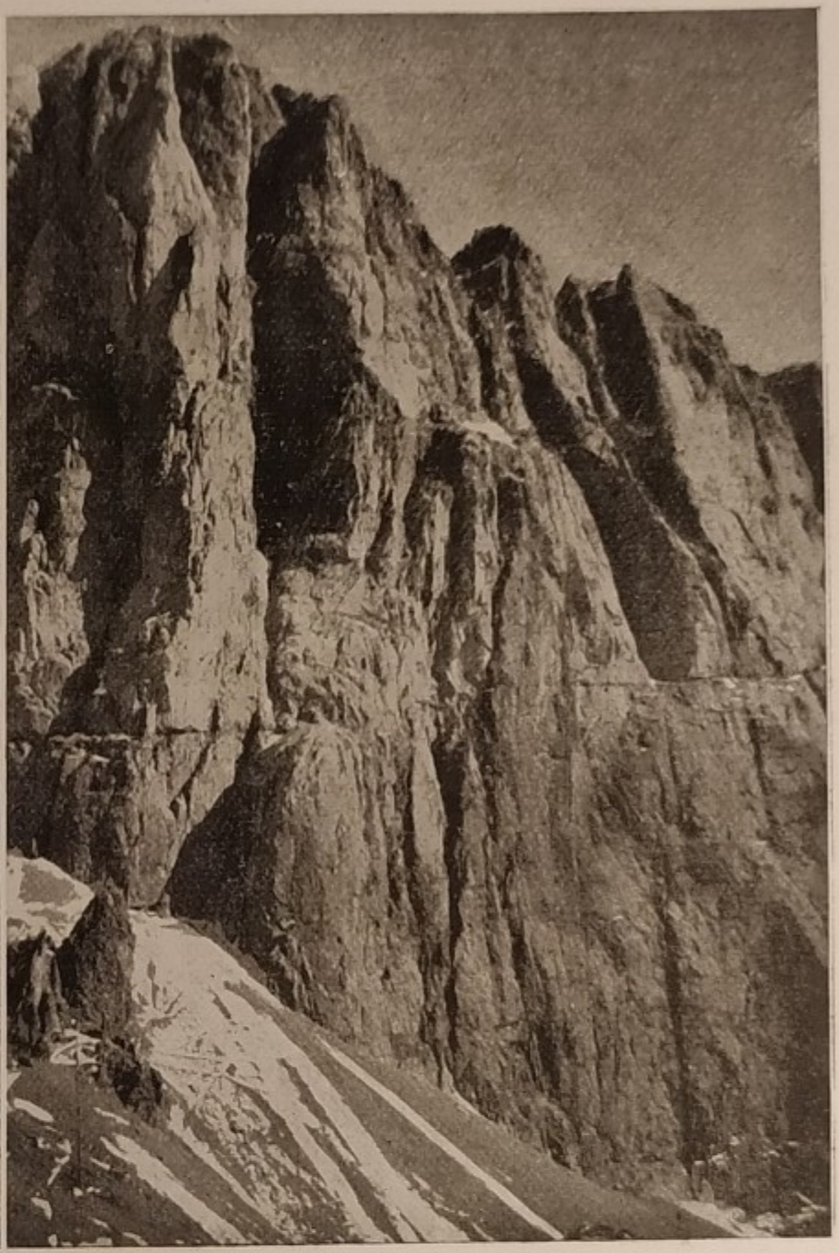


Fig. 177. — Rocce massicce: parete sud della Marmolada dolomitica. (*Fot. Ghedina*).

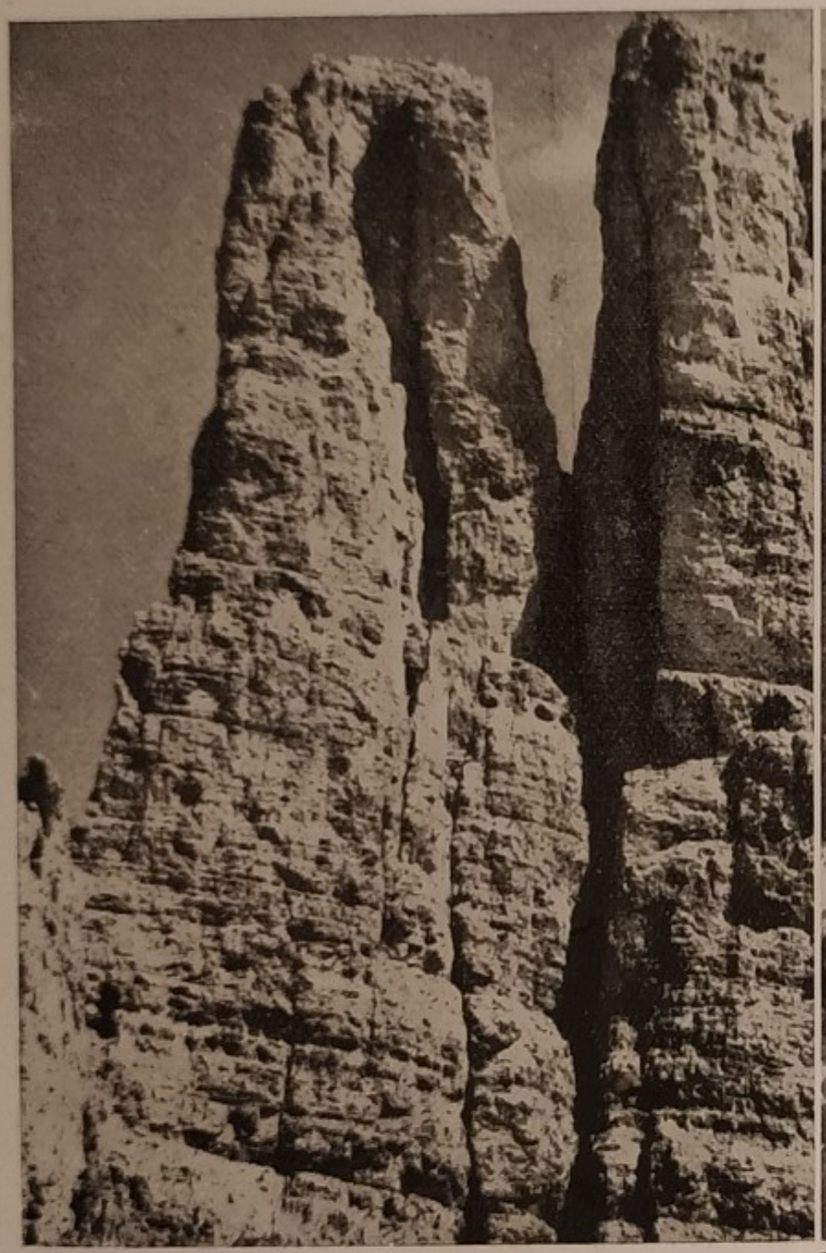


Fig. 176. — Rocce stratificate (= strati orizzontali: parete nei calcari del Catinaccio. (*Fot. Baehrendt*).

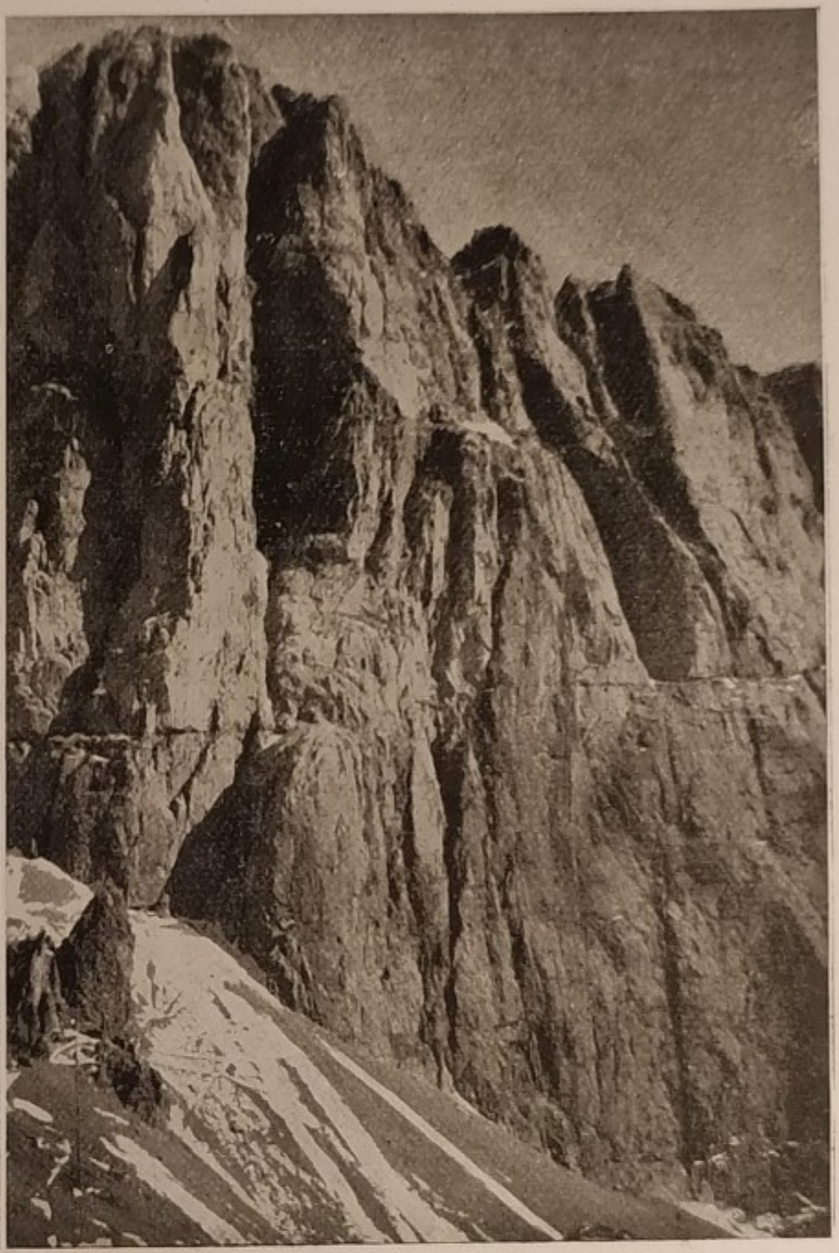


Fig. 177. — Rocce massicce: parete sud della Marmolada dolomitica. (*Fot. Ghedina*).

Fig. 178. — Pile di strati orizzontali al Passo Grostè (Brenta, sopra Madonna di Campiglio).

Fig. 179. — Strati calcari inclinati immersi a sinistra nelle Dolomiti di Cortina. (*Fot. Nangeroni* 1936).

2. - **Clivaggio.** — È poi notevole il fatto per cui tutte le rocce, ma soprattutto le stratificate, tendano a *spaccarsi spontaneamente* secondo piani disposti in modo molto regolare. Questo fenomeno chiamasi *clivaggio* e non dipende solo da perdita di calore o da perdita di acqua, ma anche da proprietà intrinseche, connesse con la struttura intima della roccia. Molte pareti di roccia sono talora tanto bene regolarmente clivaggiate da essere state per diverso tempo ritenute opere umane. E talora il clivaggio è così rilevante da superare all'aspetto la stratificazione, per cui non sempre riesce facile distinguere se le fessure debbono la causa all'uno o all'altro fenomeno.

Fig. 180. — Rocce calcari in strati verticali sul L. d'Iseo (Riva). (*Fot. Magnolini*).

Famoso, e un po' irregolare, è il clivaggio a prismi esagonali dei basalti (= lave compatte e scure) le cui colate assumono col tempo l'aspetto di enormi distese di colonnati in rovina o di canne d'organo (scogli dei Ciclopi presso Catania, coste dell'Irlanda e della Scozia).

La presenza dei piani di stratificazioni e di clivaggio ha una enorme importanza nella evoluzione del rilievo perché è secondo questi piani che avviene la degradazione maggiore del rilievo soprattutto quella fisica e grossolana causata dal gelo o dal calore solare.

Fig. 181. — Lastroni di calcare nei quali sono ben visibili i piani di stratificazione (strati inclinati a sinistra) e i due piani di clivaggio tra loro perpendicolari che determinano la rottura della roccia in blocchetti a parallelepipedi. Alta Valle d'Aosta. (*Fot. Brocherel*).

Fig. 182. — Una grandiosa colata di lava basaltica clivaggiata a prismi colonnari. « La strada di Giganti » in Scozia.

3. - **Pieghe e fratture** (1). — I pacchi di strati rocciosi che spesso noi vediamo esaminando alcune pareti dirupate (Alpi, coste marine), non sono isolati ma possono far parte di grandi zolle le quali manifestano i loro strati o intensamente *piegati* o ancora *orizzontali*.

1. - *Struttura a strati piegati.* — Nelle nostre montagne in genere le rocce sono piegate e perciò i blocchi di strati che vediamo

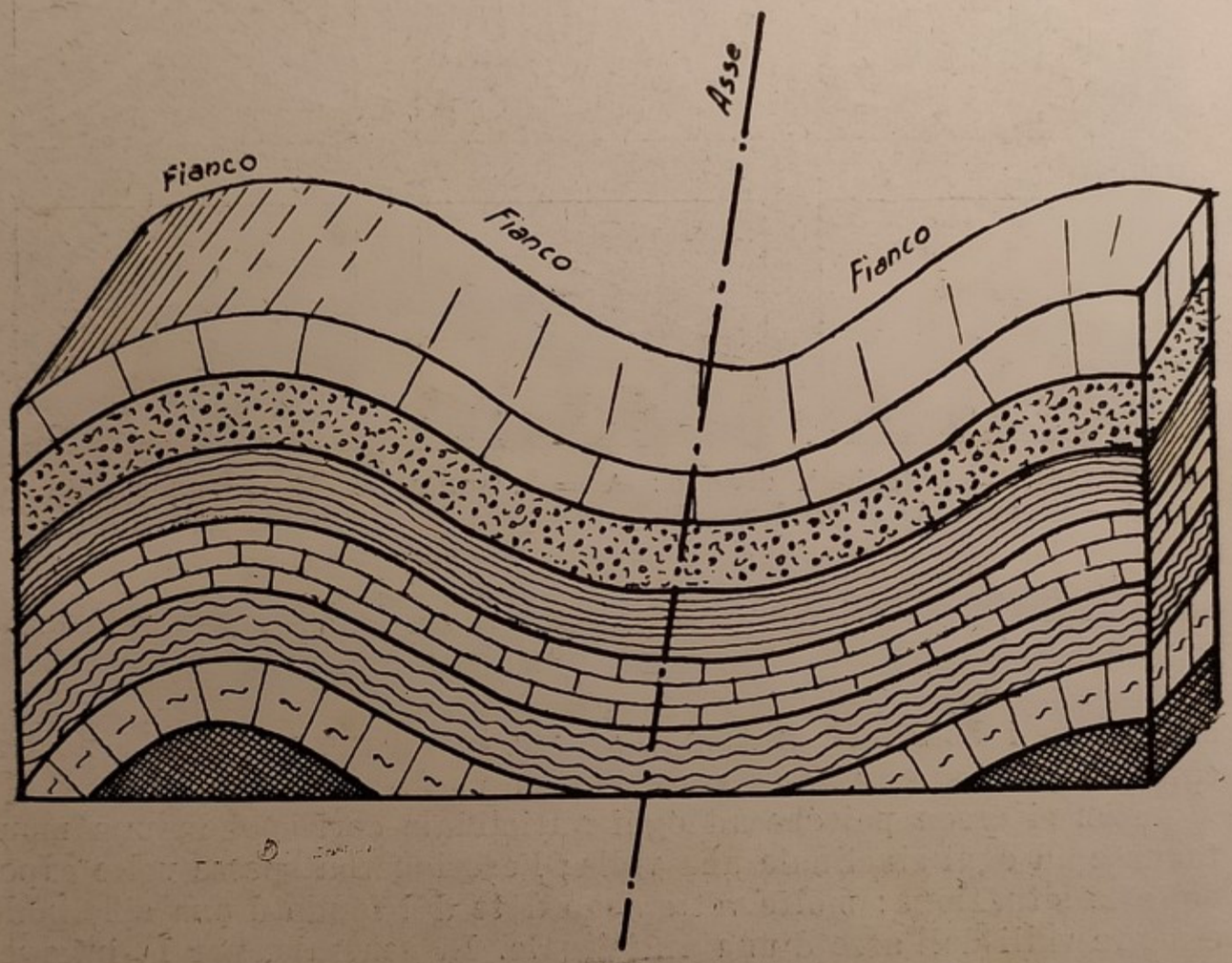


Fig. 183. — Una sinclinale (2) tra due anticlinali (1).

appartengono a piccole o grandi pieghe che non sempre sono visibili nel complesso perché vennero erose dai torrenti o nascoste dai sedimenti. Chiamansi *anticlinali* le pieghe convesse verso l'alto, *sinclinali* quelle concave. Gli elementi principali d'una piega sono: i due *fianchi*, formati dagli strati che costituiscono la piega, e l'*asse* e cioè la linea di fondo della doccia (nelle sinclinali) o della sommità della volta (nelle anticlinali). Generalmente le pieghe sono allungate

(1) Lo studio delle fratture, delle pieghe e in generale del modo come sono disposte le rocce (stratificate o no) chiamasi *tettonica*.

secondo una certa direzione che chiamasi *direzione della piega*. Ed è appunto per questo che i rilievi costituiti di rocce piegate hanno, ben diversamente dai blocchi tabulari, un andamento allungato a catena (Catena Alpina). Delle pieghe, alcune sono piccole, altre maggiori, altre grandiose; alcune sono semplici e diritte, altre inclinate,

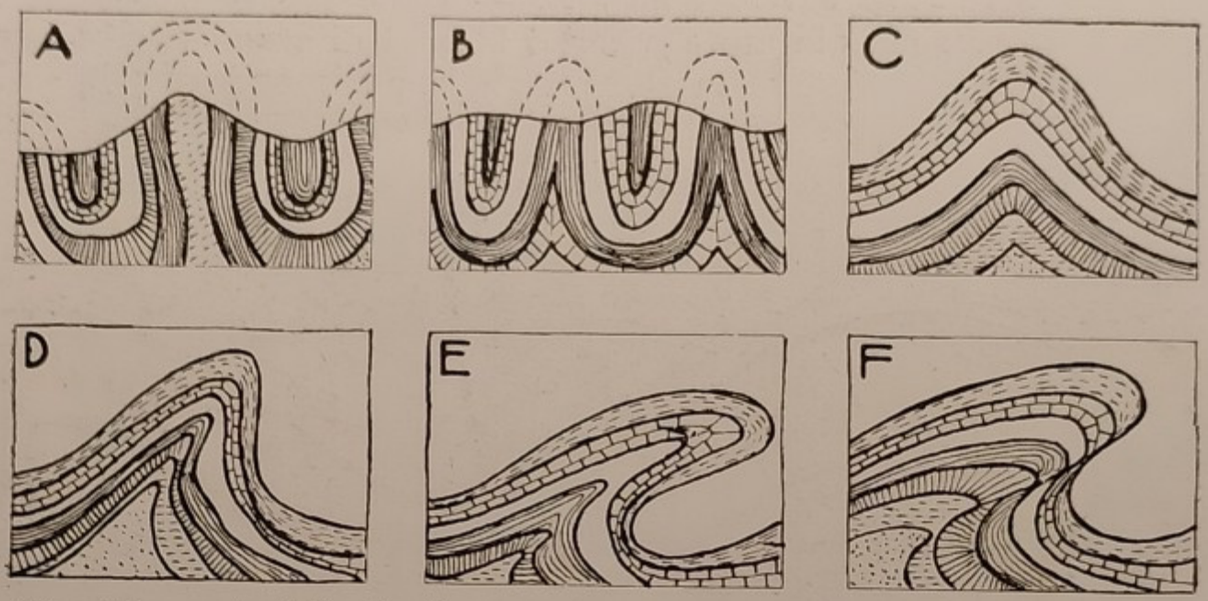


Fig. 184. — Anticlinali diverse: A = a ventaglio, B = raddrizzata, C = normale, D = pendente, E = inclinata, F = coricata e fratturata.

altre addirittura coricate; alcune sono molto lunghe, altre più brevi ma anche più ristrette. Le pieghe più gigantesche che sono coricate le une sulle altre, come le rughe di un tappeto di cui noi abbiamo avvicinato i bordi, chiamansi *falde;* e in alcune regioni la nostra catena alpina si manifesta come costituita di grandiose falde.

Non si creda poi che ad ogni anticlinale corrisponda una montagna e ad ogni sinclinale una valle; l'erosione ha spesse volte capovolto la situazione: molte vette sono date dal fondo d'una sinclinale e molte valli dall'asse d'una anticlinale. In generale, per la intervenuta erosione è possibile osservare solo alcune parti d'una piega: tocca al geologo, in base a determinate leggi, stabilire l'andamento

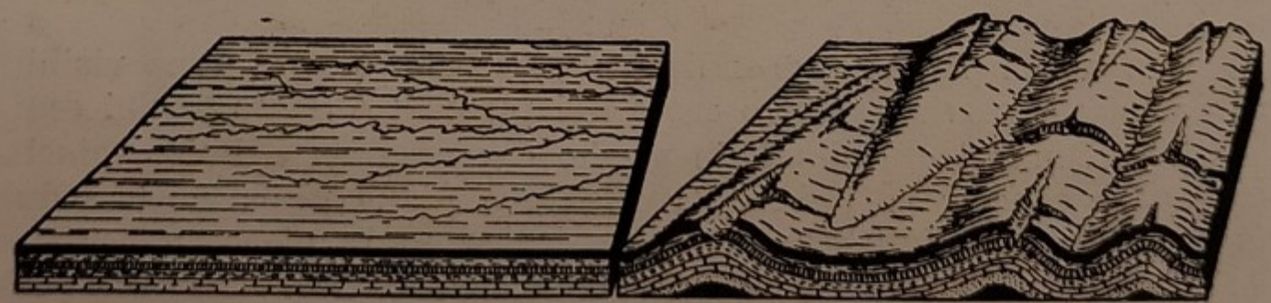


Fig. 185. — Una pianura, a strati orizzontali, già percorsa da torrenti, che viene piegata; nello stesso tempo i torrenti riescono a tagliare le pieghe che vanno formandosi superficialmente. Così avvenne nel Giura: piegamento superficiale e contemporanea erosione torrentizia.

Fig. 186. — Blocco di calcare stratificato piegato a piccole rughe. (Da *Robin*).

Fig. 187. — Minuscola ed elegante piega anticlinale in un calcare compatto presso il L. di Varese. (*Fot. Nangeroni*).

ideale in aria *e* in profondità delle parti o eliminate dalla erosione od ancor nascoste. Le ricostruzioni teoriche in aria anche nella migliore delle ipotesi, che cioè il geologo abbia pienamente intuìto il motivo strutturale, non vogliono significare che quelle pieghe siano esistite realmente come tali: se le pieghe si sono formate in profondità, è probabile che siano esistite ma se la loro origine è superficiale si può dire che sarebbero effettivamente esistite solo se, durante il piegamento, non fosse intervenuta la erosione.

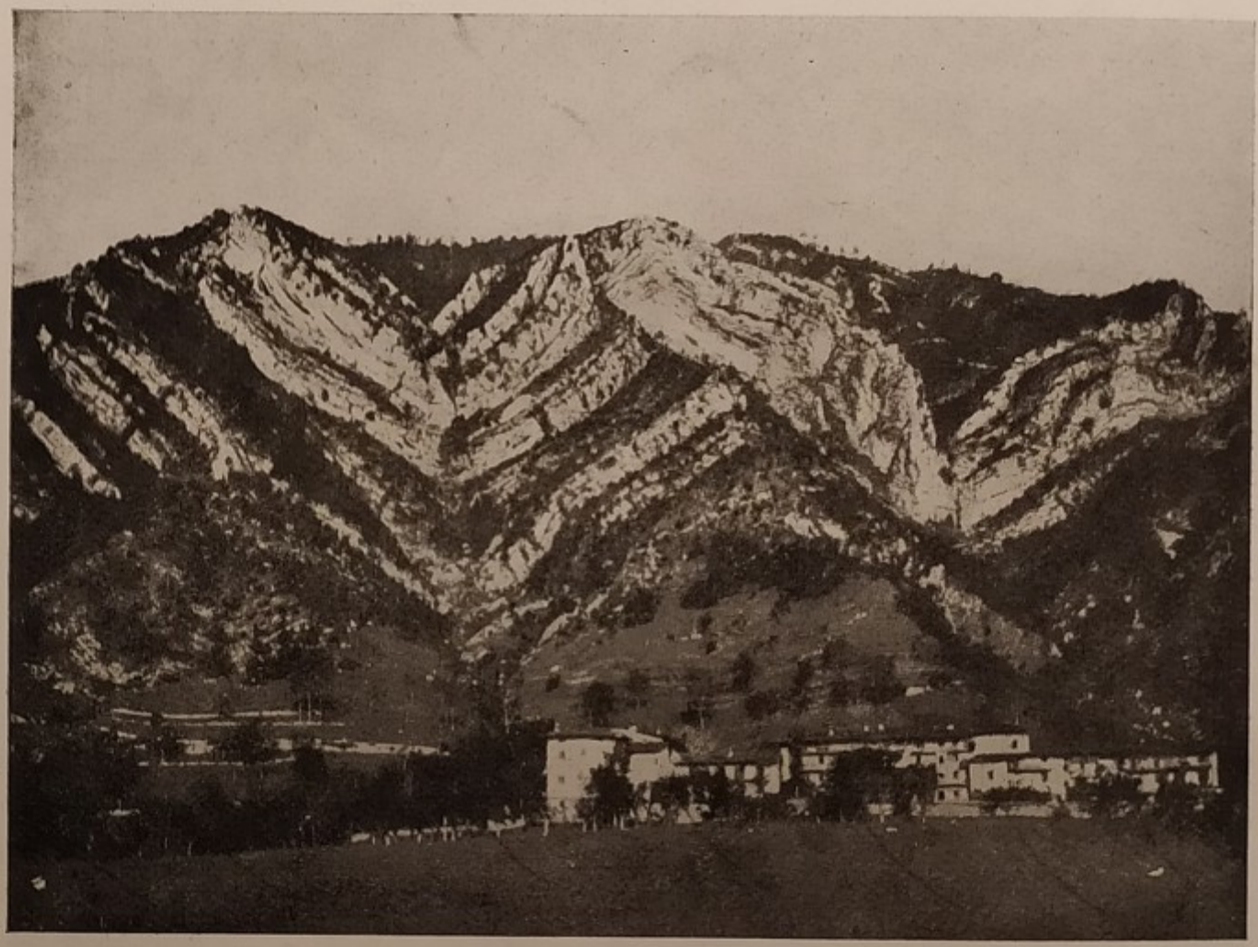


Fig. 188. — Pieghe in un pacco di calcari presso Zogno in Val Brembana: una anticlinale tra i due sinclinali Come si vede, qui non vi è alcuna relazione tra struttura interna e altimetria esterna: la linea di cresta continua quasi regolare nonostante che la struttura muti da sinclinale ad anticlinale.

2. - *Struttura a strati orizzontali.* — In molti casi invece gli strati si presentano su grandi superfici ancora orizzontali o quasi, dando l'impressione che il sollevamento di queste rocce sia avvenuto solo in causa di enormi spinte unicamente verticali.

Tale struttura, che è comune agli altipiani dell'Etiopia, dell'Arabia, del Decan ecc., dà origine a rilievi di *forme tabulari* su grandi estensioni che scendono al piano o al mare attraverso gradinate

(Monti Gati dell'India, che significa appunto Monti Gradini) o lentissimi pendii (Altopiano Somalo verso l'Oceano Indiano) (1).

Esempi minuscoli di ciò, ma caratteristici, si hanno nelle nostre Dolomiti (Sella, Sciliar, Brenta).

3. - *Fratture.* — In ambedue i casi (strati orizzontali e strati piegati) è molto facile che durante il fenomeno, in seguito a superamento di limiti di plasticità, la massa venga interessata da *fratture*

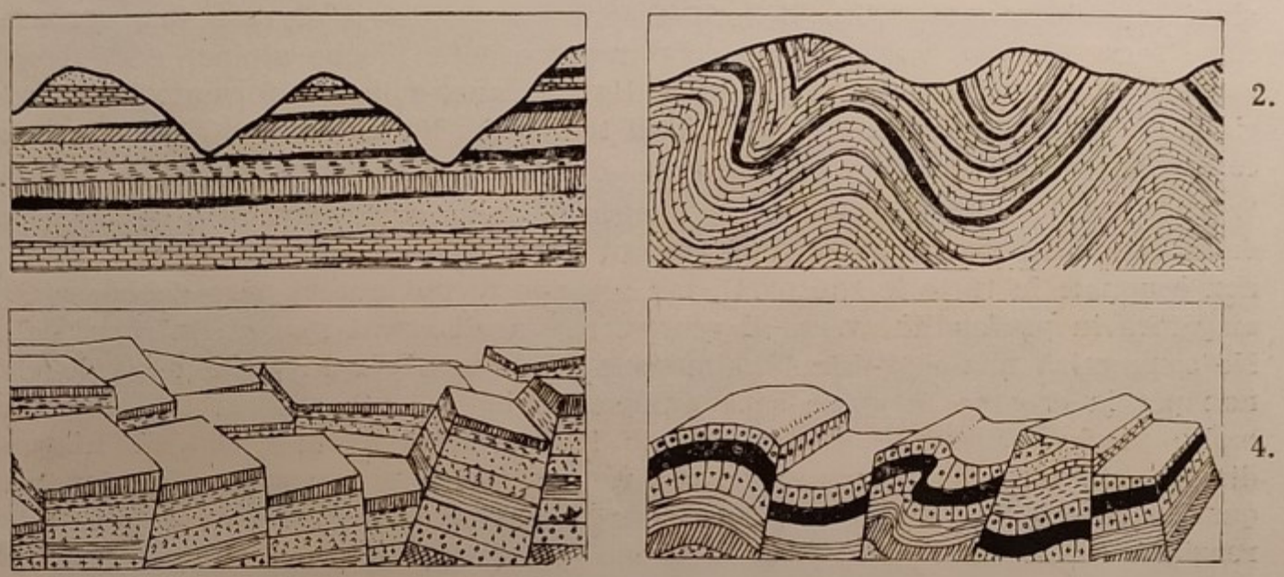


Fig. 189. — Come si presentano gli strati rocciosi costituenti le montagne e il sottosuolo. 1. A strati orizzontali (Colorado); 2. a strati piegati (Alpi); 3. a strati orizzontali fratturati in blocchi (Etiopia); 4. a strati piegati fratturati (Prealpi).

e si spezzi in diversi blocchi. Se questi rimangono allo stesso livello si hanno le fratture semplici; se invece, come quasi sempre avviene, i blocchi subiscono spostamenti e scivolamenti si hanno le *faglie* che implicano perciò una frattura e uno spostamento. Tali spostamenti possono essere verticali, obliqui e persino orizzontali.

Enormi fratture si riscontrano nelle catene costituite di rocce piegate; ma gli esempi più tipici si trovano nei rilievi a struttura orizzontale, che assumono in tal modo l'aspetto di blocchi. Trovasi in queste condizioni il territorio dell'A. O. in cui esaminando un atlante è facile convincersi della presenza dei seguenti 5 blocchi: altopiano etiopico, altopiano somalo, fossa dei laghi galla, fossa dáncalo, alpi dáncale; e a questi si dovrebbe aggiungere la fossa del

(1) Non tutte le superfici rocciose pianeggianti sono tali perché gli strati sono orizzontali; molte di queste sono invece costituite di rocce a strati intensamente piegati e vennero rese pianeggianti dalla continua erosione subaerea che ha spianato i vecchi motivi tettonici: una regione simile spianata nonostante le complicate pieghe che ne formano l'ossatura, chiamasi senile (vedi più avanti), perché rappresenta l'ultimo stadio di evoluzione di un rilievo.

Mar Rosso, il blocco arabico, il blocco triangolare indiano, un tempo costituenti una unica massa.

3. - **Cause dei corrugamenti.** — Anzitutto è opportuno fissare bene due concetti: 1) che la maggior parte delle rocce siano piegate è un *dato di fatto*; quindi anche quando noi non riuscissimo a spiegare il fenomeno, non per questo potremmo negarlo; 2) è necessario ammettere che le rocce (che si sono generalmente formate in strati orizzontali) siano state piegate in condizioni particolari di *plasticità* (nelle profondità, sottoposte cioè a enormi pressioni, che hanno impedito il loro fratturamento; e a elevate temperature, come forse si sono originate la maggior parte delle pieghe alpine) e di *tempo* come è avvenuto per le pieghe del Giura franco-svizzero formatesi superficialmente. Esaminiamo le due principali teorie che hanno tentato di spiegare la causa del piegamento.

1) Una teoria ammette come causa il *lento raffreddamento dell'interno della crosta terrestre*. Il raffreddamento continuo, cui va soggetta la Terra, non è uguale in tutte le sue parti, ma secondo alcuni autori pare debba essere maggiore in profondità, verso il centro, che negli strati superficiali, corticali. Ne conseguirà una maggiore diminuzione di volume per la parte centrale che non per la crosta: la quale sarà dunque obbligata, per adattarsi, a formare molte pieghe. Questo è quanto dicono i sostenitori di tale ipotesi. Rispondiamo. Anzitutto, siamo noi sicuri che realmente la Terra vada *raffreddandosi*, quando la scoperta del radio, emanante ingentissime quantità di calore, e le reazioni esotermiche che certo debbono avvenire nelle profondità, rendono per lo meno molto discutibile l'ipotesi del raffreddamento? Ad ogni modo, anche ammettendolo, il *raffreddamento dovrebbe aver inizio, dall'esterno;* quindi anziché delle pieghe si dovrebbero formare delle enormi spaccature. Inoltre le pieghe dovrebbero essere *più uniformi e regolari,* mentre ci si manifestano molto complicate. Inoltre dovrebbero essere *uniformemente diffuse sulla superficie terrestre,* mentre invece le catene montuose piegate son ben localizzate nello spazio, perché solo alcune zone terrestri si mostrano affette da piegamenti.

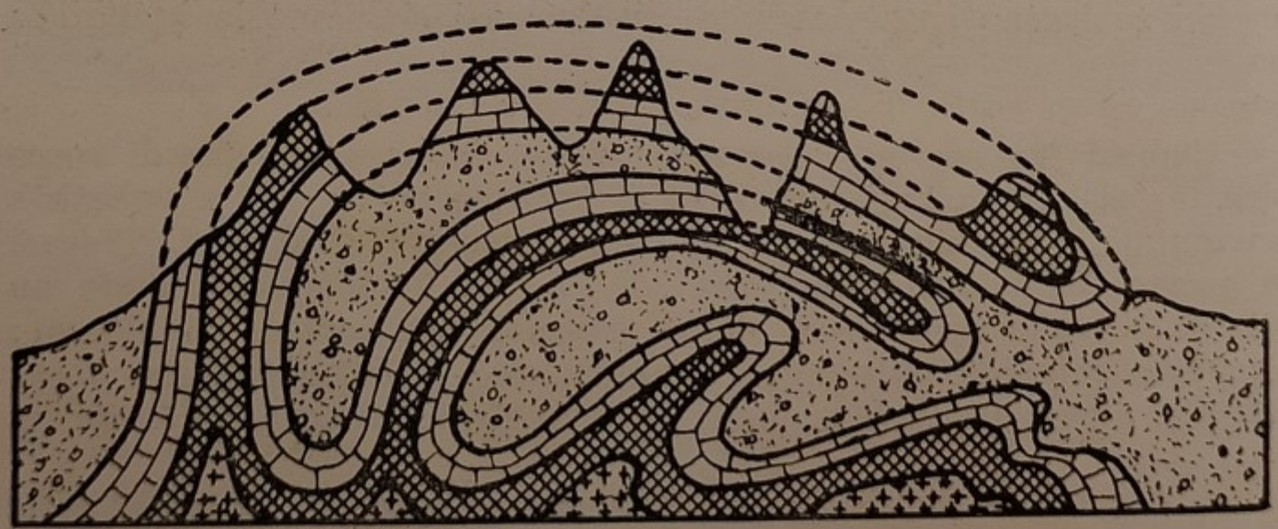


Fig. 190. — Profilo ideale attraverso la catena alpina del versante italiano (sinistra) a quello esterno (destra). Struttura a enormi pieghe coricate e cioè a falde, la cui origine è da connettere con quanto è presentato dalla figura seguente.

Questa teoria perciò, almeno così com'è, non è oggi più accettabile.

2) Osservando la disposizione delle rocce nelle regioni piegate e specialmente nelle catene circummediterranea (Atlante, Alpi, Imalaia) e circumpacifica (Terra del Fuoco, Alaska, Giappone, Nuova Zelanda), i geologi moderni hanno potuto stabilire che esse sono in massima parte costituite da *lunghe pieghe o falde, sovrapposte e coricate,* lunghe anticlinali coricate e

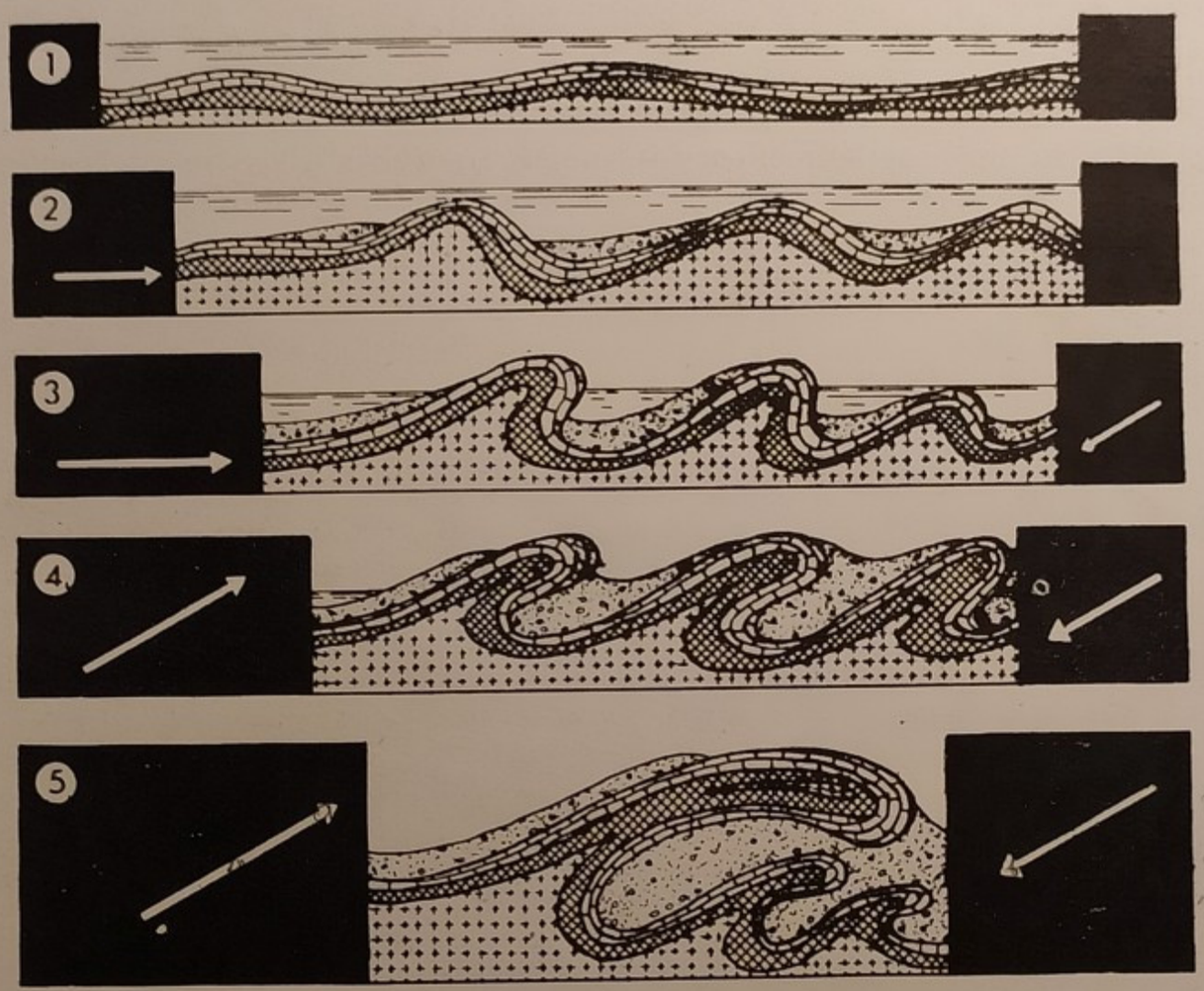


Fig. 191. — Come si sarebbero formate le pieghe delle Alpi in conseguenza dell'avvicinamento di due blocchi continentali (Africa a sinistra, Europa a destra). Al 3 si veda l'emergenza di pieghe a costituire isole tra cui avviene la sedimentazione marina.

sovrapposte alternate con altrettanto enormi sinclinali. Sulle Alpi, ad esempio, queste pieghe coricate hanno le loro origini nel versante Sud (queste origini sono le *radici delle falde* dagli strati verticali) e le loro *fronti* (assi delle anticlinali coricate) nel versante esterno (francese, svizzero, ecc.). Da notare poi che tra una piega e l'altra, formate da rocce cristalline molto antiche (gneiss, micascisti, ecc.), si interpongono, a formare sinclinali, rocce molto recenti (calcari, dolomie e argille dell'era mesozoica) le quali, per la intervenuta erosione, noi ora vediamo sottoposte (Cervino) e interposte (Jungfrau), a quelle più antiche. Questo nelle linee generali, perché nei particolari le pieghe risultano talora oltremodo complicate.

Come spiegare una simile struttura? Sembra necessario ammettere l'intervento di enormi forze causate da gigantesche zolle terrestri continentali, galleggianti sul *sima* pastoso e dotato di movimento lentissimo che si sono avvicinate obbligando così i fondi marini intermedi a piegarsi e le pieghe ad accavallarsi.

I bordi delle due zolle avrebbero funzionato come da *gigantesche mascelle tra le quali è avvenuta la costrizione e quindi la emersione alpina.*

4. - **Bradisismi.** — *I bradisismi sono lentissimi spostamenti verticali delle zolle della crosta terrestre.*

Si distinguono in *negativi* e *positivi* a seconda che il fenomeno consiste in un innalzamento (—) o in un abbassamento (+) delle terre; e perciò l'appellativo si riferisce piuttosto all'abbassamento (negativo) o all'innalzamento (positivo) del livello del mare.

Fig. 102. — Isolotti della Dalmazia: cime di monti abbassati sotto il livello del mare.

Ecco alcune prove di *emersione* (1): in Iscozia e altrove si rinvengono attrezzi navali, ancore e fittili romani in posizioni alquanto più alte dell'odierno livello marino; rocce incavate dal mare, grotte

(1) Naturalmente qui ci riferiamo a fenomeni avvenuti in periodi recenti (storici o preistorici) perché, per ciò che si riferisce a periodi antichissimi geologici, basterebbe ricordare la presenza di fossili marini nelle rocce delle montagne ad altezze superiori a 4-5 mila metri.

Fig. 193. — Un fiord: valle, non scavata dal mare, ma dai fiumi o dagli antichi ghiacciai che la percorrevano, in seguito abbassata sotto il livello del mare. (*Fot. Birkeland*).

Fig. 194. — Il Serapeo di Pozzuoli 40 anni fa; ancora poco sopra il livello del mare. (*Fot. Sommer*).

Fig. 195. — Il « Serapeo » di Pozzuoli com'è oggi: parzialmente invaso dalle acque salmastre che filtrano sotto il terrapieno del Lungomare.

certamente d'escavazione marina, rocce perforate da litodomi, oggi molto elevate rispetto al livello del mare (Palermo, Campi Flegrei, ecc.); sedimenti marini recenti, ricchi di residui di organismi marini, alti sul livello del mare odierno.

Ecco invece alcune prove di *sommersione*: torbiere e costruzioni continentali molto sotto il livello del mare attuale (Venezia); valli senza dubbio dovute a escavazione fluviale, oggi sotto le acque marine (coste della Dalmazia e dell'Istria, fjords norvegesi oggi in fase di leggero movimento ascensionale).

Notissimo poi è il caso del Serapéo di Pozzuoli. Tale edificio romano fu costruito senza dubbio in terra ferma; venne poi sommerso fino ad una certa profondità; trent'anni fa era completamente emerso: ora sta nuovamente sommergendosi. Prove della antica sommersione avvenuta sono le colonne marmoree traforate dai litodomi fino ad una certa altezza, fin dove cioè giunse la sommersione. In basso poi non sono traforate perché le colonne, prima di venire sommerse, erano state coperte alla base da detriti vulcanici.

Fig. 196. La costa dalmata e le bocche di Cattaro: molto frastagliata perché regione montuosa parzialmente affondata sotto il livello del mare. (Da *Nangeroni-Chiantore*).

Quali le *cause dei bradisismi*?

1) È naturale pensare che in genere debba dipendere dalla tendenza che hanno le diverse zolle della Terra *a mettersi in equilibrio*, quando qualche causa ve l'abbia turbato: come del resto farebbe ogni qualsiasi corpo soggetto a tanti movimenti e forze.

2) Se noi paragoniamo i continenti ad altrettante *zolle galleggianti* quasi sopra un'unica piattaforma costituita di roccia semiplastica, possiamo ammettere che ogni qual volta l'equilibrio di un continente viene rotto, questo tenderà a rimettersi nuovamente in posizione stabile. Così, se da una catena montuosa viene asportato materiale che è convogliato al mare, per lo squilibrio (diminuzione di pressione a monte, aumento alla costa), la porzione montuosa si solleverà e quella di costa si abbasserà. È intanto certo che mentre la pianura padana nella sua parte mediana va abbassandosi (aumento di peso per accumulo continuo di materiale montano) la zona alpina va tuttora forse innalzandosi (diminuzione di peso per distruzione dei monti da parte delle acque e dei venti).

Con questa teoria può molto bene spiegarsi il movimento ad altalena cui è soggetta la penisola scandinava (continua odierna emersione delle coste norvegesi e sommersione di quelle baltiche).

CAPITOLO LVI.

Fenomeni sismici (terremoti)

1. - **Definizione - Elementi.** — *I terremoti sono movimenti rapidi e violenti della crosta terrestre prodotti dal passaggio di onde elastiche trasmesse da una regione più o meno profonda in cui è avvenuto qualche improvviso disturbo meccanico.*

Chiamasi *ipocentro* il luogo profondo dove ebbe origine il terremoto; e la sua profondità è variabile a seconda delle regioni e dei singoli terremoti da 2-3 a 800 km. L'area maggiormente influenzata dalle onde è l'*epicentro,* cioè il punto della sup. terr. più vicino all'ipocentro e al quale per primo è giunta l'onda trasmessa.

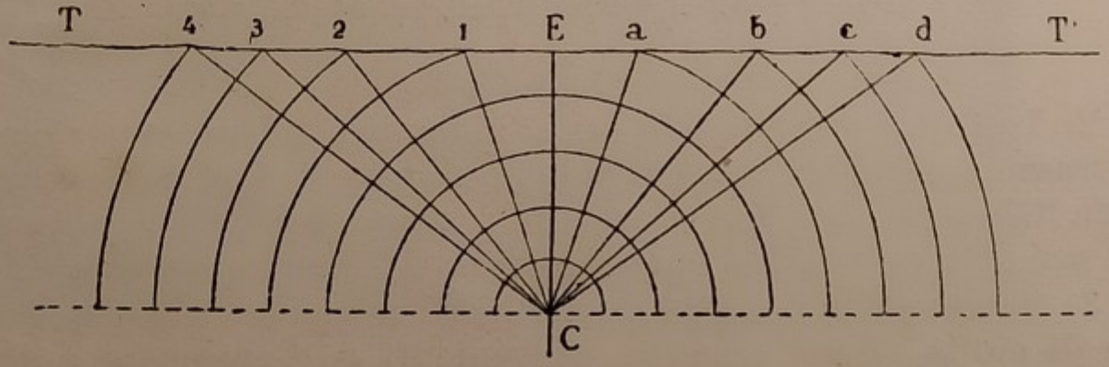


Fig. 197. — C = *Ipocentro* del Terremoto. — E = *Epicentro.* TT' = Superficie terrestre terremotata.

I moti si propagano nella Terra, che si comporta come un corpo elastico, con due distinti tipi di onde: *longitudinali* e *trasversali;* le prime si trasmettono con una velocità (km. 8 al secondo) doppia delle altre; le prime danno origine in superficie a scosse di terreno *sussultorie* (verticali), le altre a scosse *ondulatorie* (orizzontali).

2. - **Sismografi e sismogrammi.** — Gli apparecchi che servono per registrare le vibrazioni del suolo, cioè i terremoti, si dicono *sismografi;* essi sono fondati sul principio del pendolo (costanza del piano di oscillazione). Comunemente se ne usano tre, ognuno dei quali dà

una delle tre componenti dello spostamento avvenuto. I diagrammi descritti si chiamano *sismogrammi;* dal loro esame si possono dedurre molte conclusioni, quanto alla intensità, alla diversità delle onde, alla velocità di queste, ecc.

Esaminiamo un sismogramma registrato da una stazione lontana dall'epicentro:

1) Le *prime vibrazioni*: velocissime, brevi e di breve periodo, sono prodotte dalle onde longitudinali (effetti = scosse sussultorie) e si chiamano *tremiti primi*. Pericolosissime.

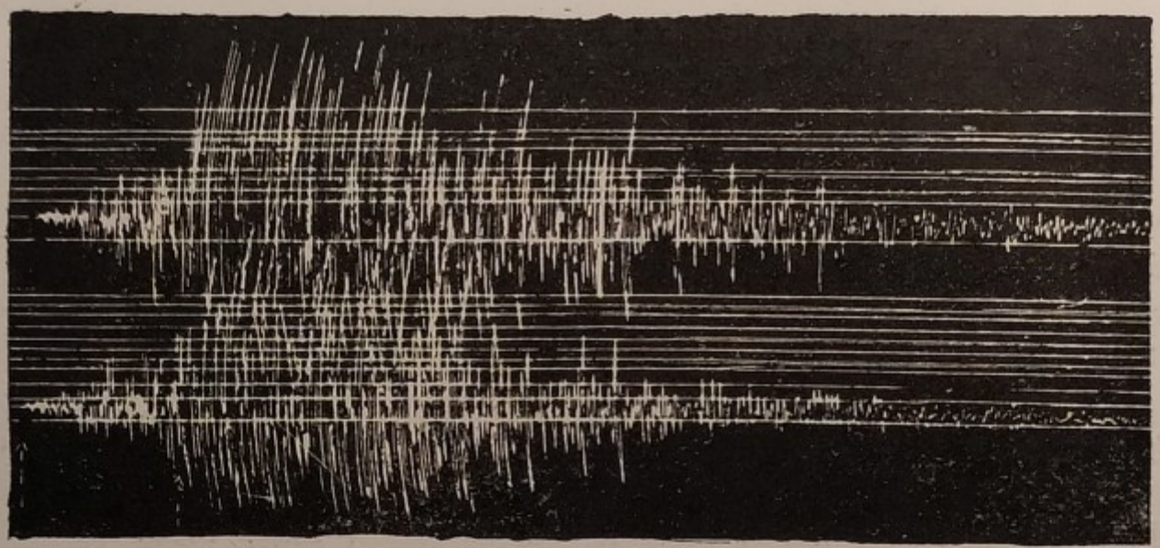


Fig. 198. — Due *Sismogrammi*. - Da sinistra a destra: tremiti primi, tremiti secondi, onde principali, ultime vibrazioni.

2) Le *altre vibrazioni,* pure alquanto veloci, sono prodotte dalle trasversali (effetti = scosse ondulatorie). Si chiamano *tremiti secondi*. Gli uni e gli altri formano i *tremiti preliminari,* sono rovinosi per la loro velocità e determinano la fase parossismica.

3) Si hanno poi le *onde principali,* ampie e di lungo periodo, dotate di molta minor velocità, provenienti dall'epicentro e da altre zone superficiali, alle quali sono giunte più presto le prime vibrazioni dell'ipocentro.

4) Finalmente le *onde si smorzano* e si entra nuovamente nella quiete.

3. - **Intensità.** — L'intensità viene misurata secondo la cosidetta *scala delle intensità* di cui un esempio è dato da quella di Mercalli costituita da 10 gradi, dei quali ecco i principali:

1) Scosse percepite solo dagli strumenti, insensibili alla grande maggioranza del pubblico; 4) Scosse sentite da persone anche in movimento; 6) Scossa sentita anche nel sonno; oscillazione visibile degli alberi; 8) Caduta dei camini; crepacci nei muri; 10) Rovina generale; frane nelle montagne; crepacci nel terreno.

4. - **Effetti del terremoto.** — Sono vari a seconda della intensità del fenomeno:

a) *Scuotimenti di terreno*: sono maggiori nei terreni incoerenti (pianure alluvionali), minime nei massicci (graniti compatti); ed ancor più forti nelle zone a contatto tra un terreno compatto ed uno incoerente, perché in queste zone l'onda è obbligata a cambiare di velocità e quindi ad esplicare la sua forza viva con movimenti.

b) *Rovina di case e di intere città*, per impedire la quale esiste tutta una tecnica di costruzioni speciali antisismiche: case basse,

Fig. 199. — *Effetti di scosse ondulatorie* sui binari d'una ferrovia (India).

non a vôlte ma a terrazze, non costruite su terreni incoerenti od a contatto di terreni di troppa diversa compattezza.

Sappiamo già che vi sono: *scosse sussultorie* (onde longitudinali), le prime, le più disastrose, tanto forti da vincere talvolta la stessa forza di gravità e quindi da lanciare in alto corpi pesanti; *scosse ondulatorie* (onde trasversali), tanto forti da lanciare persone le une contro le altre e da produrre sensazioni simili al mal di mare. I muri che si offrono perpendicolarmente all'onda, se massicci vengono di peso lanciati contro le altre pareti, mentre i muri laterali a questi possono anche rimanere intatti.

c) *Formazione di spaccature* nel terreno superficiale e certo anche in profondità, con salti e scorrimenti verticali, influendo così sulla idrografia superficiale ed interna, spezzando strati ecc. Sul fondo marino si determinano immani franamenti, e cavi telegrafici vengono talvolta spezzati; alcuni fondi sollevati di 300-500 metri; molte isole scompaiono ingoiate dalle acque.

d) *Maremoti.* — I terremoti avvengono in modo particolare nelle vicinanze di mari, non solo, ma l'epicentro stesso è quasi sempre per metà sul fondo marino e per metà in terraferma. È evidente dunque che il terremoto influisca sulla massa d'acqua marina trasmettendo ad essa le vibrazioni. Si formano allora nel mare poche onde gigantesche che prima provocano il ritiro delle acque dalla

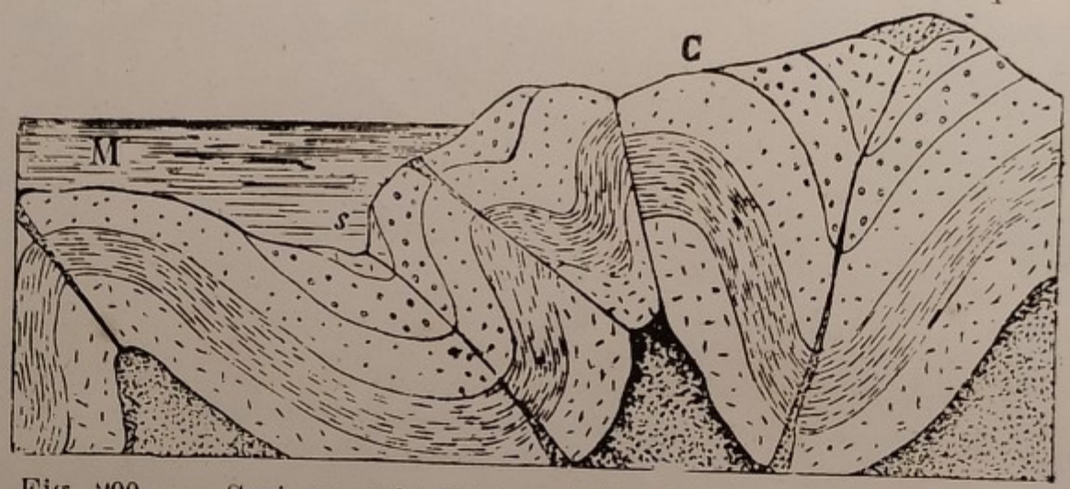


Fig. 200. — Sezione schematica della *Corteccia terrestre,* per dimostrare come di preferenza debbano prodursi i *Vulcani* ed i *terremoti* lungo i litorali, zone di maggiori squilibri, quindi di *maggiori dislocamenti e fratture.*

spiaggia, lasciando all'asciutto tratti di fondo marino costiero, e poi si riversano sulla sponda con immensa forza travolgendo ed asportando le costruzioni più solide. Si origina così un maremoto di cui sul Lungomare di Messina fino a qualche anno fa erano ancora visibili i terribili effetti del 1908.

5. - **Cause dei terremoti.** — Esistono *terremoti locali,* che, per quanto violenti, interessano tuttavia una ristretta zona, e *terremoti regionali* interessanti invece una vasta plaga. I primi hanno evidentemente un epicentro molto vicino alla superficie terrestre. Quanto alle cause:

1) Alcuni di essi sono di *origine vulcanica*: precedono, accompagnano o seguono il parossismo vulcanico; dipendono da esplosioni interne di vapore e gas e da sforzi endogeni per il sollevamento delle lave (Ischia, piccoli terremoti della regione circumvesuviana e circumetnea).

2) Di *scoscendimento,* cioè per scoscendimento di volte sotterranee o superficiali con relativi spostamenti d'aria e di masse rocciose e quindi in regioni calcari e gessose, intensamente fratturate e, più che altro, abbondanti di cavità sotterranee soggette a frane. Di questa origine sono alcuni terremoti del Lazio, dell'Abruzzo (Avezzano, 1915) e del Friuli.

3) Ma i terremoti grandiosi hanno un'origine ben più generale. Sappiamo che la crosta terrestre si piega e contorce. Questi piegamenti di strati si possono effettuare solo fino ad un *certo limite* oltre il quale le rocce si spezzano; ed una volta spezzatesi, separatesi le masse le une dalle altre, danno origine a frane e a sprofondamenti interni e profondi i cui effetti si fanno sentire all'esterno con la trasmissione delle vibrazioni.

Fig. 201. — Distribuzione dei terremoti sulla Terra. Si noti la quasi corrispondenza con le regioni vulcaniche.

E' per questo che le regioni maggiormente colpite sono quelle che non si sono ancora messe in equilibrio, ancora instabili, nelle quali notansi i maggiori sistemi di fratture, e cioè lungo le catene montuose di ultimo corrugamento ed emersione (circummediterranea e circumpacifica). Questi terremoti chiamansi, avuto riguardo alla loro origine, *tectonici,* nei quali, perciò, se le piccole spac-

Fig. 202. — Le principali regioni vulcaniche della Terra.

cature che si formano sono gli effetti, le grandi fratture più profonde sono invece la causa.

Tali regioni, ancora instabili, sono anche quelle maggiormente preferite dai *vulcani,* perché è attraverso le fratture che il magma profondo trova maggiore facilità di sfogo all'esterno.

Concludendo: grandi terremoti e vulcani non sono gli uni conseguenza degli altri, bensì sono fenomeni collaterali ambedue derivanti da grandi fenomeni tettonici (fratturamento e corrugamento).

CAPITOLO LVII.

Vulcanesimo

1. - **Che cosa è un vulcano.** — I fenomeni vulcanici sono quelli che insieme ai terremoti e bradisismi, meglio servono a farci conoscere la natura interna nel nostro globo e le potenti forze che dalla crosta terrestre sono imprigionate negli strati più profondi.

Vulcano è una spaccatura del suolo, per la quale escono provenienti dall'interno della Terra, materie gassose, liquide e solide ad altissima temperatura, e generalmente ad intermittenza.

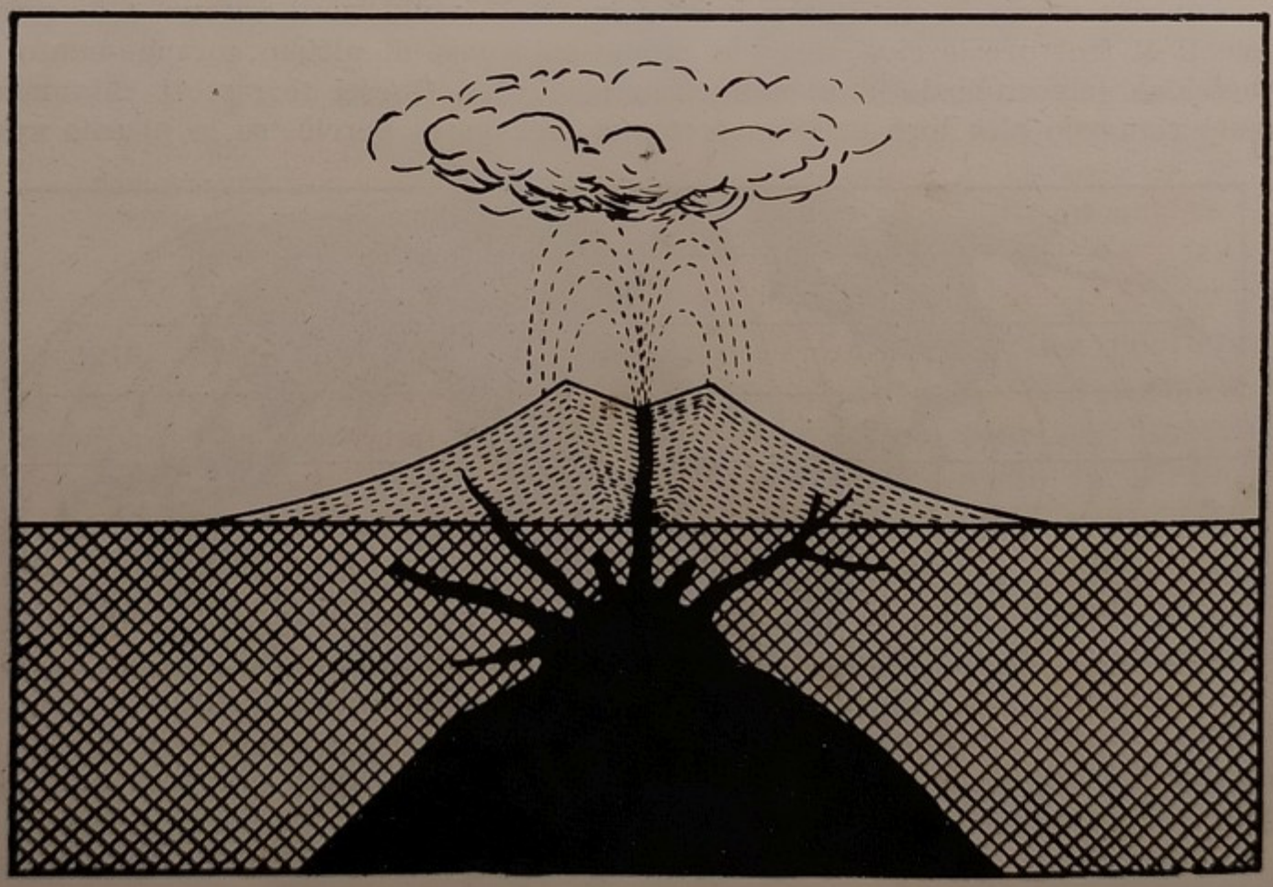


Fig. 203. — Schema di un apparato vulcanico: dal profondo focolaio magmatico si stendono a raggéra numerose vene di magma: una riesce a venire in superficie e determinare così un vero e proprio vulcano la cui montagna cresce sempre più con l'aumentare e il sovrapporsi del tufo e delle colate di lava.

La *spaccatura* profonda di fuoruscita è all'origine quasi sempre causata da fenomeni tettonici; ma quella superficiale è prodotta o per lo meno allargata soprattutto dal magma che ascende e che preme. Il vero monte vulcanico, o *cono vulcanico,* è un prodotto del vulcano stesso che se lo è costruito con i materiali espulsi (bombe, ceneri, lapilli, lave). Tale cono può naturalmente sorgere o da una pianura (Vesuvio), o da una montagna di ben diversa origine (Aconcagua nelle Ande) o dal fondo del mare (Stromboli).

Il *materiale proviene dal focolaio magmatico* (che contiene cioè il magma vulcanico), spinto dalle forze espansive dei gasi in esplosione. Si apre la via, per giungere in superficie, seguendo le linee di minor resistenza (fratture preesistenti); con un *camino* più o meno lungo giunge al *cratere* dalle ripide pareti il cui orlo è generalmente circolare.

Carattere importante è poi la *intermittenza*: generalmente un vulcano prima esplode ed emette grandi quantità di gas e di ceneri, poi dalla sua bocca espelle colate di lava e infine, dopo un lungo periodo di indebolita attività, si estingue. Perciò le fasi d'un vulcano tipico sono: *esplosione* (gas, lapilli), *deiezione* (lave), *emanazione* (gas), *estinzione* (morte più o meno effettiva). Vi sono però dei vulcani che rimangono stazionari per moltissimo tempo in qualcuna di queste fasi.

2. **Fasi di esplosione.** — Detta anche *Pliniana,* perché venne magistralmente descritta da Plinio il Giovane che assistette da Capo Miseno alla grande esplosione del Somma, dormiente da quasi 700 anni (79 d. C.), che ha dato origine all'attuale Vesuvio.

S'inizia con una potente *esplosione* di diversi vapori magmatici che cercano una via di uscita; segue perciò la rottura della superficie con successivo sprofondamento ed allargamento della bocca di sfogo. Se trattasi di un vulcano antico, talora si ha la rovina del precedente cratere, entro il quale si viene costruendo un nuovo cono ed un nuovo cratere più piccolo.

Così il Vesuvio è costituito di parte dell'antico cono del monte Somma (all'esterno del vero Vesuvio) demolito nel 79 d. C., del vero Vesuvio formatosi nello stesso anno e in parte demolito dalle espansioni successive, e del conetto centrale costituitosi in conseguenza della eruzione del 1906. Tra il 1° e il 2° vi è una vallata semicircolare (Atrio del Cavallo-Valle d'Inferno), tra il 2° e il 3° un piano tutto coperto di lave e di intumescenze dal cui mezzo sorge il conetto centrale.

Dalla spaccatura viene in séguito lanciata fuori con violenza una altissima colonna di *gas e vapori* che in alto si allarga assumendo grossolanamente la forma di un pino italico: è perciò chiamata *pino vulcanico.* In questa colonna di gas diversi (H_2S, SO_2, H_2 che spesso forma lingue fiammanti) è contenuta una gran quantità

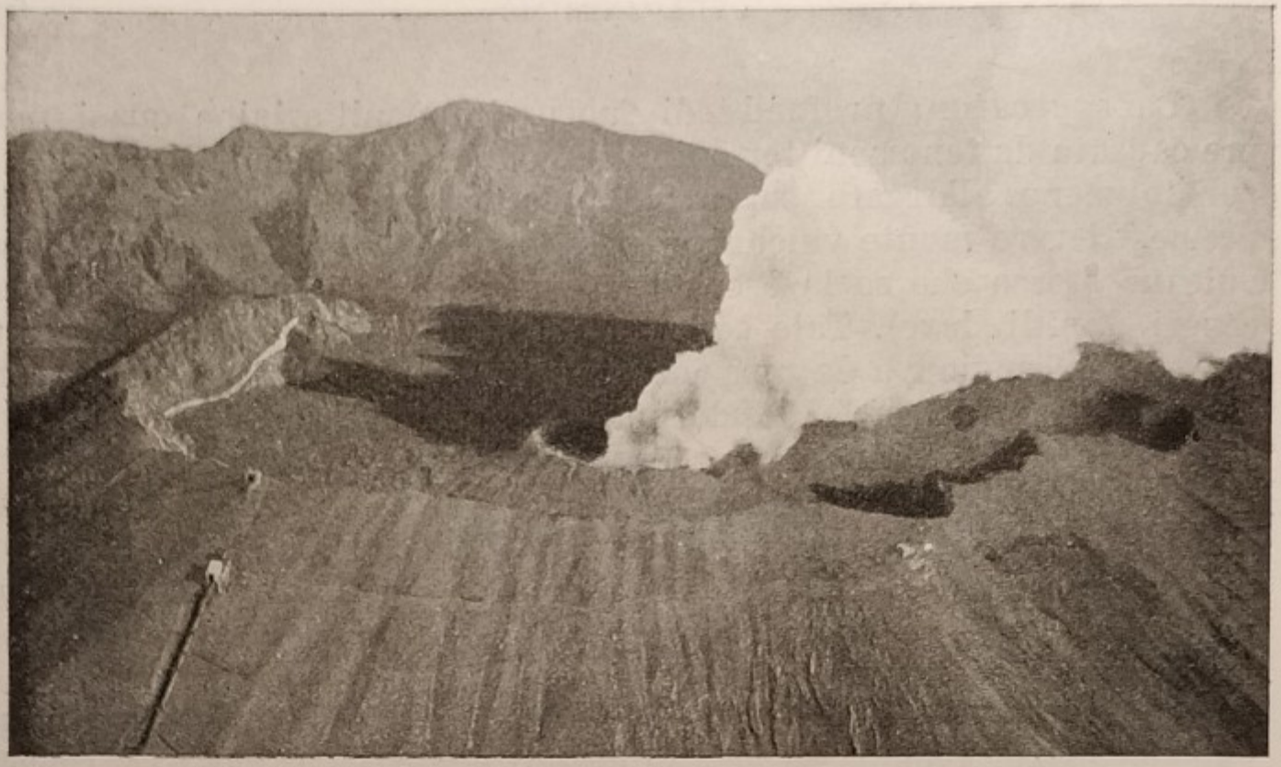


Fig. 204. — Il Vesuvio con i tre crateri. Sulla parete interna del cratere di mezzo si veda a sinistra la iniezione di bianca lava e sulla parete esterna la funicolare con la stazione distrutta e quella attuale. Numerosi solchi radiali scendono dall'orlo del cratere. (*Neg. Ist. Geogr. Mil.*).

Fig. 205. — Plastico del Vesuvio. Si osservi la forma complessiva a cono; la larga conca dell'antico cratere circondato dal M. Somma (con atrio del Cavallo e Val d'Inferno), il cono del vero Vesuvio, al centro, e il cratere centrale con il conetto più interno. (Da *Plastico Rossi*).

Fig. 206. — L'anfiteatro di Pompei, da poco disseppellito dalle ceneri che « lo sterminator Vesévo » vi aveva aveva scaricato nel 79 d. C.. Sullo sfondo si veda: l'attuale cono del Vesuvio, il monte Somma (a destra) e la Valle d'Inferno nel mezzo.

Fig. 207. — Il conetto eruttivo del Vesuvio nell'interno del cratere; a sinistra, sull'orlo del grande cratere, si scorgono le rovine della vecchio stazione funicolare distrutta dall'eruzione del 1906. (*Ed. Carcavallo, Napoli*).

di vapore acqueo, di brandelli di lava fusa e di frammenti di roccia divelti dalla colonna ascendente nel camino; questi materiali solidi cadendo a terra innalzano la regione circostante costruendo od innalzando sempre più il *cono vulcanico*. Se poi sopraggiunge un periodo di piogge, tutto questo materiale viene dalle acque trascinato verso il basso come un enorme fiume di fango.

Nel 79 d. C., mentre Pompei venne seppellita sotto uno strato di ceneri e polveri alto circa 20 metri, Ercolano venne invece invasa e coperta da una colata di fango. I *tufi vulcanici* hanno queste origini (Campagna Romana, Pianura Campana), sono coè costituiti di polveri e massi di materiale otturante

Fig. 208. — Lava a cordami nel cratere del Vesuvio (*Fot. Nangeroni* 1936).

l'antico cratere, di ceneri e lapilli derivati da brandelli di lava poco gassosa, di pietre pomici porose e leggerissime perché la lava che li costituiva era ricca di gas, di bombe derivate da lembi di lava che roteando nell'ascesa hanno assunto forma sferoidale.

3.° **Fase di deiezione.** — Detta anche *hawaiana* perché tipica dei giganteschi vulcani delle isole Hawai (Oc. Pacifico).

Cessato il primo sfogo di gas, le lave, oramai giunte all'orlo del cratere cominciano ad espandersi e a discendere lungo i pendii del cono vulcanico a forma di colate. La *lava* è un miscuglio di *gas*, di *vapor acqueo*, di *molti silicati*, alcuni ancora allo *stato fluido*, altri già *cristallizzati* da quando ancora si trovavano nel camino vulcanico; il tutto ad una altissima temperatura (anche a 1300°) che però rapidamente diminuisce venendo la lava a contatto con l'aria.

Fig. 209. — La marcia frontale della colata di lava: appena sotto le scorie la lava si mantiene incandescente aumentando così la velocità. Lava dell'Etna giunta tra i muriccioli e le abitazioni.

Fig. 210. — Potente dicco quasi verticali di lava penetrata nei tufi e nelle lave del cono più esterno del Vesuvio (M. Somma). (*Fot. Nangeroni*).

La velocità della colata è variabilissima; il movimento avviene o per rotolamento quasi come a catena di bicicletta (per rapida solidificazione a crosta delle superfici a contatto con l'aria e con il terreno) o per continue fuoruscite di colate interne ancora fuse con rottura dalla fronte: in questo modo si formano caratteristiche gallerie o grotte di svuotamento lavico.

La *solidificazione* avviene lentissimamente nell'interno della massa, che può rimanere fusa anche per oltre 50 anni, mentre all'esterno e a contatto con il terreno è rapidissima (tanto da neppure spesse volte riuscire a fondere la neve su cui passa). Se i gas sono scarsi oppure se ne vanno lentamente, la lava assume aspetto o vetroso o litoide (= compatto), altrimenti prende le più diverse forme di scorie, di corde, ecc.

Non sempre però il magma riesce a raggiungere l'orlo del cratere. In tal caso o occupa tutte o in parte il camino ove consolida; o può penetrare come venature secondarie nella massa del cono vulcanico formando cioè dei *dicchi* (che talora, a erosione avvenuta, si vedono emergere come muraglioni di lava compatta tra la rimanente massa tufacea in pieno disfacimento: Atrio del Cavallo sul Vesuvio, Valle del Bove sull'Etna); o non riesce neppure a penetrare nel camino, ed allora si espande nell'interno degli strati dove ha tempo di consolidarsi lentamente e quindi di cristallizzare nei suoi elementi; si hanno così le *laccoliti* (rocce vulcaniche intrusive).

Le lave contribuiscono così con i tufi a costruire il cono vulcanico. Esse rappresentano in generale una roccia *molto fertile per la vegetazione,* specialmente se contengono composti di potassio (leucite, ortose) o fosfati (apatiti). Dapprima, mentre esse son quasi ancor calde, vengono occupate da licheni e ginestre, poi da piante sempre più alte ed esigenti. La fertilità della zona circumvesuviana e circumetnea dipende appunto da ciò.

4. **Fase di emanazione,** detta anche di *solfatara* (dalla Solfatara di Pozzuoli). In tutte le fasi di attività vulcanica vengono emessi gas in grande quantità, ma questo fenomeno è più constatabile alla fine del parossismo, quando cioè cessano gli altri fenomeni più grandiosi, più teatrali. Si formano così le *fumarole* che sono emissioni di gas diversi.

Di esse si hanno i seguenti tipi: *secche* (ad alta temp., senza H_2O; sviluppano vapori di NaCl e KCl); *acide* (sviluppano SO_2 e HCl), come ala solfatara di Pozzuoli; *alcaline* (sviluppano NH_3); *stufe* (sviluppano vapor acqueo), come nei Campi Flegrei (Solf. di Pozzuoli, Lago Lucrino, Ischia); *moffette* (sviluppano CO_2 che per la sua pesantezza occupa gli strati più bassi) come è della Grotta del Cane ad Agnano (Campi Flegrei).

Si formano così attorno alle fumarole molte *efflorescenze* variamente colorate, dovute a sublimazioni di gas e vapori: gialle di S, bianche di H_3BO_3, ecc.

5. - **Fase di estinzione,** o *ischiana* essendo in tal fase l'Epomeo d'Ischia. È la fase di riposo o di morte apparente. Ma se il vulcano si risveglia, più il riposo è stato lungo e tanto più violenta

Fig. 211. — Il vulcano Mayon, nelle Filippine, tipico esempio di monte vulcanico a regolare cono. I torrenti trovano facile presa nel fangoso terreno tufaceo.

Fig. 212. — Il Vulcano Osborne, enorme cono innevato della Patagonia meridionale.

sarà l'esplosione perché è tanto maggiore la quantità di gas accumulata.

6. - **Distribuzione geografica dei vulcani.** — Osservando una carta geografica che segni i principali vulcani possiamo facilmente constatare che essi sono allineati secondo le linee di più recente corrugamento (zona circumpacifica e circummediterranea), regioni non ancora in equilibrio e precisamente al contatto tra le zone più profonde (fosse oceaniche) e quelle più alte della litosfera. Non solo, ma anche per ogni piccola zona essi sono generalmente allineati secondo le *linee di maggiori fratture.*

Da ciò si comprende come la loro vicinanza al mare sia affatto casuale: esistono quivi perché appunto queste regioni rappresentano le regioni non ancora in equilibrio e quindi più delle altre ancora soggette agli agenti endogeni: lunghe spaccature, terremoti, vulcani sono sempre associati. Anche nelle epoche antiche ogni corrugamento o grande attività tellurica venne accompagnata sempre da attività vulcanica.

È notevole poi la presenza di importanti vulcani, attivi o da poco spenti, in molte zone dell'Africa Orientale (Dancalia, Uganda, Chenia) intensamente fratturate.

7. - **Distretti vulcanici italiani: antichissimi, recenti e attuali.** — Dobbiamo distinguere le zone di vulcani antichissimi, di vulcani recenti oramai spenti, ma che hanno conservato la forma di apparato vulcanico, e le zone di vulcani attuali (un vulcano è attuale quando espelle ancora lava o ha esplosioni di pomici e lapilli).

1) *Vulcani antichissimi* esistevano certamente nell'alto Varesotto (L. di Lugano) e nel Bolzanese, come fanno fede gli imponenti ammassi di porfidi e di tufi; si formarono nel periodo permiano (vedi: Geologia).

2) *Vulcani spenti recenti*: oltre a quelli dei Colli Eugánei e dei Colli Berici, che hanno perso oramai la forma tipica per la rilevante erosione intervenuta, sono notevoli: il M. Amiata (Siena - Grosseto), i M. Vulsíni (Bolsena), i M. Cimíni (Vico), i M. Sabatini (Bracciano), i Colli Albani (Albano, Nemi), i M. di Roccamonfina (Campania), il Vúlture (Lucania - Puglie), la zona dei Campi Flegrei, Procida-Ischia, Ponza. Poi alcuni monti della Sardegna a lato del Campidano. In quesi tutti questi distretti, molti crateri sono oggi occupati da laghi le cui isole sono altrettanti crateri interni secondari (Bolsena, Vico, Bracciano, Albano, Nemi, Monticchio, Averno).

Nei Campi Flegrei l'ultima manifestazione più propriamente vulcanica si ebbe nel 1583; in 48 ore (28-29 settembre), in seguito ad un'esplosione, presso il Lago Lucrino si innalzò un cono vulcanico alto 140 m., elegantissimo nelle sue forme attuali (M. Nuovo): però

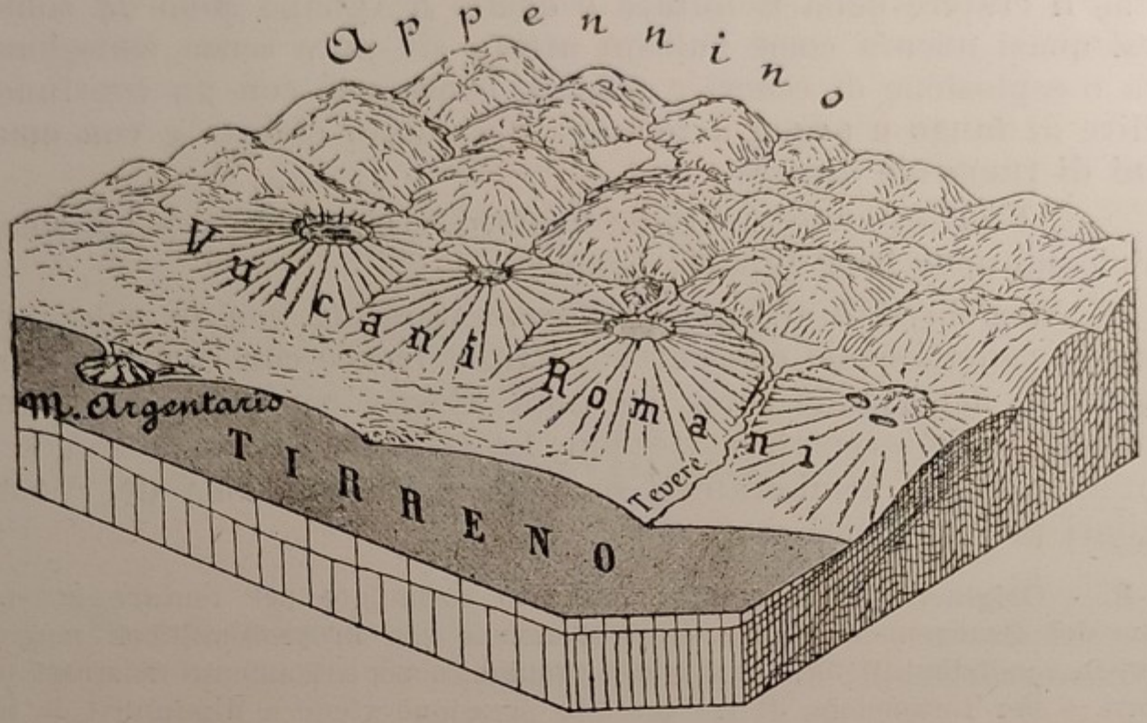


Fig. 213. — L'Appennino centrale e la serie degli apparati vulcanici del Tirreno (da sinistra): Bolsena, Vico, Bracciano, Albano. Vedere anche: il Tevere che si apre la via al mare per l'unica depressione esistente; il M. Argentario saldato da « tomboli » marini sabbiosi alla terraferma (Orbetello).

Fig. 214. — Un grandioso cono di vulcano spento (Astroni, dal fondo coperto da bosco e da un laghetto) accompagnato lateralmente da un altro piccolo cono (Cigliano), nei Campi Flegrei (Pozzuoli).

anche il cratere della Solfatara e quello d'Agnano sono da considerarsi quasi ancora come vulcani attivi, sia pure senza emissione di lava o esplosione di ceneri e pomici, bensì solo con un continuo ribollire di fango e acqua a temperatura molto elevata e con emanazioni di fumarole diverse.

3) *Vulcani attivi.* — Sono quattro, e cioé: Vesuvio; Stromboli e Vulcano nelle isole Lipari; Etna.

Il Vesuvio si è sviluppato prevalentemente con la sola formazione di conetti quasi concentrici, l'Etna invece con conetti allineati sui pendii del grande cono, i Campi Flegrei con coni che si intersecavano irregolarmente a vicenda. La città di Napoli si stende sull'interno di due semi-crateri, separati dal diaframma del Vómero, tagliati per metà dal mare.

8. - Origine. — Molte teorie vennero formulate per tentare la spiegazione dei fenomeni vulcanici. Oggi si ritiene che in profondità il magma si trovi in condizioni di *fluidità latente*. Quando, o per stiramento di strati sovrastanti, o per formazione di fratture, la pressione viene a diminuire, le masse

Fig. 215. — Schema del vulcanesimo dell'Etna: grande vulcano accompagnato da numerosissimi vulcanelli laterali; ben diverso dal vulcanesimo del Vesuvio (crateri concentrici) e dei Campi Flegrei (crateri sparsi).

in fluidità latente passano allo stato di *fluidità attuale* con corrispondente aumento di volume, specialmente di gas, che espandendosi comprimono verso l'esterno la massa magmatica incandescente (= lava).

Già si è ricordato della concomitanza di fenomeni sismici e vulcanici in zone di recente corrugamento.

CAPITOLO LVIII.

Pseudovulcani

1. - **Pseudovulcani.** — Chiamiamo con questo nome quei fenomeni che hanno attinenza coi fenomeni vulcanici e con i quali hanno forse

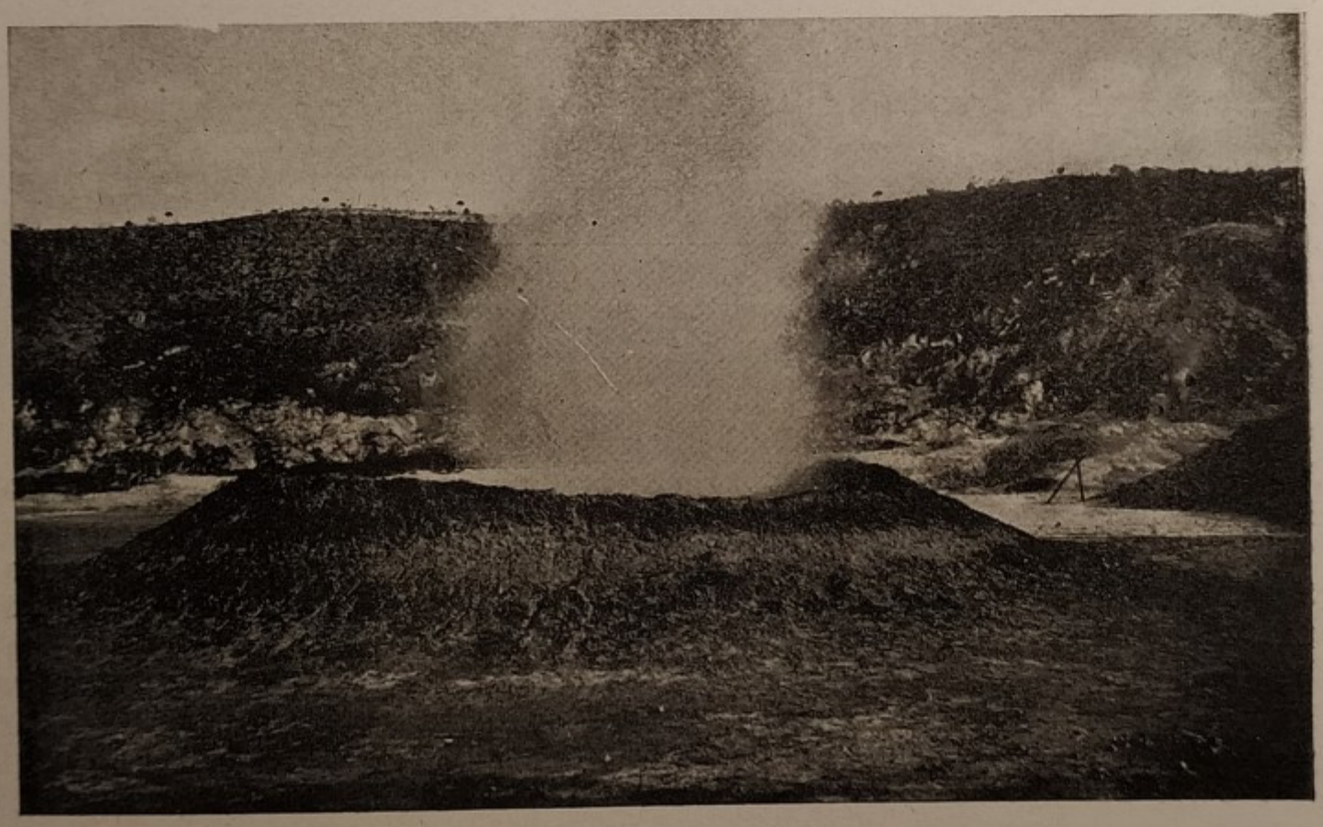


Fig. 216. — La Solfatara di Pozzuoli. Grande cratere di vulcano quasi spento, oramai occupato dalla vegetazione, sul cui fondo funziona ancora un conetto pieno di fanghiglia da cui sprigionasi vapor acqueo, anidride solforosa e acido solfidrico. (*Fot. Carcavallo, Napoli*).

in comune l'origine. Si tratta in ogni caso di fenomeni che hanno per effetto una *espulsione* rapida di *materiali* profondi.

Si è già parlato delle *fumarole* e delle *stufe;* vediamone ora altri.

2. - **Soffioni boraciferi.** — Sono emissioni *continue* di vapor acqueo ad alta temperatura che con sé trascina H_3BO_3 e molti sali in maggior quantità ma per noi meno importanti.

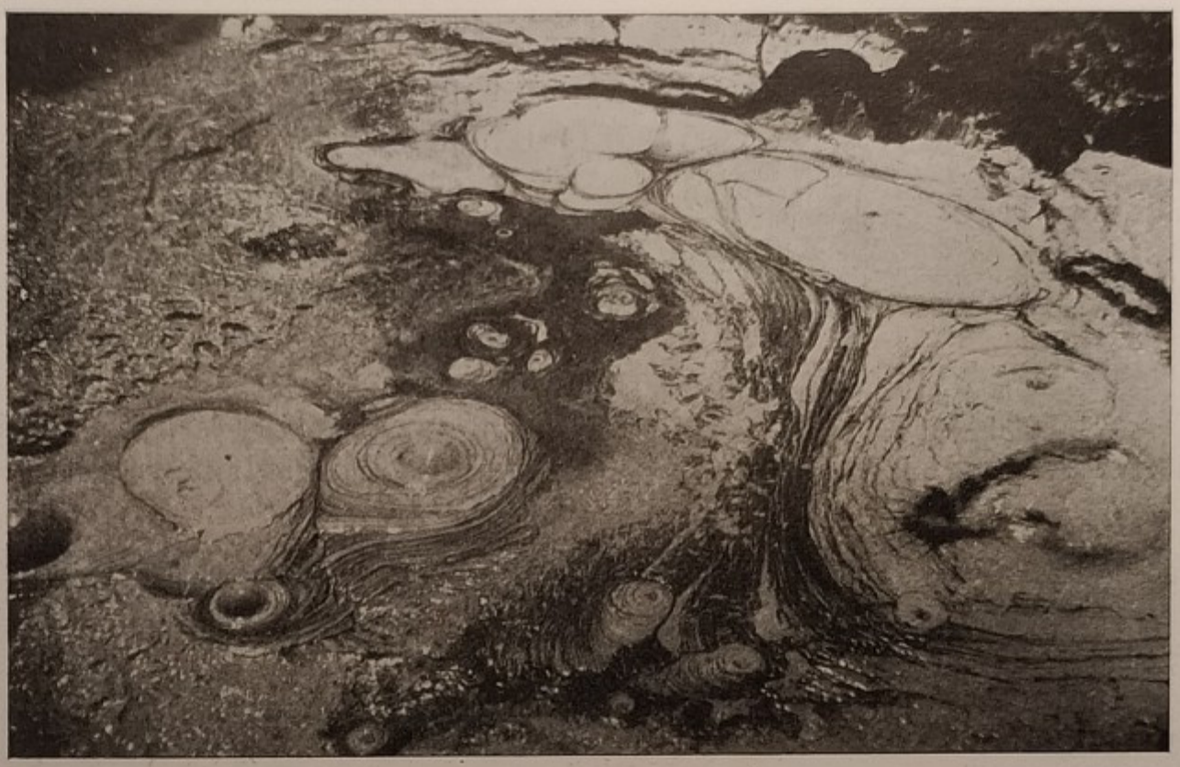


Fig. 217. — Il fango che ribolle sul fondo d'un piccolo cratere nella « Solfatara » di Beppu (Giappone).

In Italia i principali soffioni boraciferi si trovano nel Volterrano, dove è notevole l'industria dell'acido borico. Per raccoglierlo si scavano dei lagoni intorno ai soffioni e si riempiono di acqua; in tal modo i getti si sciolgono con i loro prodotti nelle acque, che scolano, insieme con quelle di altri canali provenienti da altri lagoni, in particolare vasche (= adriane). In queste evapora l'acqua, ed i sali contenuti incrostano i recipienti. Da queste croste si ricava poi l'acido borico puro. Il calore dei soffioni viene sfruttato per far funzionare dinamo elettriche che distribuiscono energia e luce ai paesi circostanti.

Dai soffioni si tenta di ricavare anche l'elio.

3. - **Geysers.** — Sono sorgenti di acqua caldissima, sopra i 100°, contenente molta silice, che ad intervalli viene lanciata in aria dal vapor acqueo che si sprigiona in profondità. Intorno ai piccoli crateri si formano delle imponenti incrostazioni di silice idrata (= geyserite).

I principali geyser si trovano in Islanda (presso il vulcano Ecla); poi nella Nuova Zelanda, e così pure in America, nel Parco Nazionale di Jellowstone, dove alcuni geysers invece di acqua silicifera eruttano acque calcarifere, dando allora origine ad imponenti incrostazioni calcari.

SiO_2 anidride silicea (quarzo).

4. - **Salse.** — Sono piccoli vulcanelli dai quali sgorga continuamente acqua salata (generalmente fredda), gas idrocarburi infiammabili, e discreta quantità di fango, asportata dal sottosuolo da parte della corrente ascendente.

Fig. 218. — I soffioni boraciferi di Larderello nel volterrano.

Sono abbondanti nella zona dell'Appennino emiliano. Notissime sono le salse di Nirano, di Rignano e Sassuolo nel Modenese, che escono dalle argille e sabbie depositate sul fondo dell'ultimo mare pliocenico (vedi Geologia), ancora salate, eruttando insieme col poco fango anche abbondanti fossili: fango e fossilli asportati dal terreno sottostante salato. I loro prodotti sono usati dai contadini per curare le malattie di animali domestici.

5. - **Vulcani di fango.** — Se le salse sono di maggiori dimensioni ed emettono in modo particolare fango, chiamansi vulcani di fango. Attualmente ne esistono e se ne formano continuamente vicino a Bacu sul Mar Caspio dove costruiscono, in breve, delle vere montagne e delle vere isole, le quali in egual breve tempo sono demolite dalle pur tranquille acque del Caspio.

6. - **Fontane ardenti.** — Sono correnti ascendenti di gas idrocarburi che, invece di passare attraverso terreni fangosi, vengono al-

Fig. 219. — Le Cascate dei Mammouth con gradinate calcari determinate da concrezioni di acque calde calcarifere.

Fig. 220. — Due « Salse » a Nirano (Modena). (*Fot. Nangeroni*).

l'aperto solo per fessure tra terreni compatti; talvolta si infiammano spontaneamente.

E' questo il caso dei fuochi della Porretta (alto Bolognese), i cui gas escono dalle fessure del compatto macigno; dei fuochi di Barigazzo (alto Modenese), usati attualmente per cuocere calce e pane, ad un tempo ritenuti dai pagani fuochi sacri a Vulcano; dei fuochi di Sassatella ecc. che illuminano di notte le strade dell'Appennino modenese e reggiano.

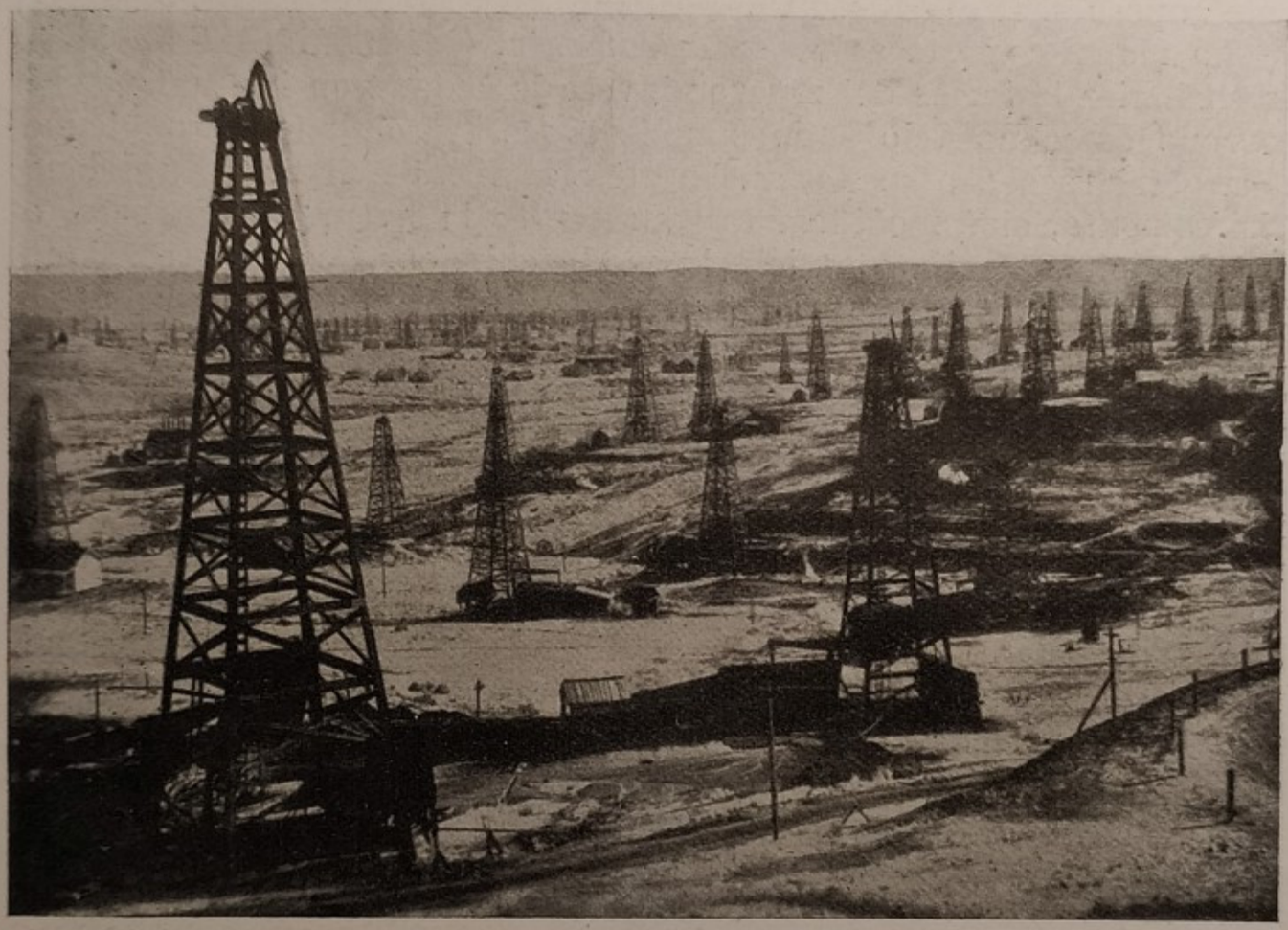


Fig. 221. — Pozzi in un esteso campo petrolifero nella California.

Come si vede, *salse, vulcani di fango, fontane ardenti*, si trovano tutte nelle stesse località; sono dunque forse *fenomeni identici* che si esplicano tuttavia in vario modo a seconda dei prodotti che trasportano, dell'altitudine a cui vengono a giorno ed a seconda del terreno attraverso cui passano (argille salate) o dal quale escono (fango o terreni compatti). E a questi, dovremmo aggiungere, forse di eguale origine, le sorgenti di *petrolio*, delle quali si è visto in chimica.

CAPITOLO LIX.

Dinamica esogena

Gli agenti esogeni principali sono: il **calore solare**, il **gelo**, il **vento**, i **fiumi**, i **ghiacciai**, le **acque** non incanalate ma operanti su vaste superfici, il **mare** e gli **organismi**.

La maggior parte agiscono *fisicamente*, cioé modificando solo le dimensioni e le forme del rilievo; invece le acque non incanalate che scorrono come un velo sulle o nelle rocce (specialmente su alcune particolari rocce), e spesso anche gli organismi e il mare, agiscono *chimicamente*, cioé modificando soprattutto la natura delle rocce, o corrodendole o sedimentandole in modo chimico. Così il grossolano disgregamento delle montagne operato dal gelo che spacca le rocce è del primo tipo, mentre la colorazione rossa che quasi tutte le rocce assumono esposte all'aria, la formazione di stalattiti, ecc. appartiene al secondo tipo. Inoltre mentre nelle regioni umide, tanto più poi se permanentemente calde, prevalgono le azioni chimiche e finemente disgregatrici, nelle regioni aride e a *frequenti sbalzi di temperatura*, prevalgono le azioni fisiche e grossolanamente disgregatrici. Quindi, a parità di altre condizioni vi sarà prevalenza del fenomeno chimico nella montagna media e bassa (colline e pianure) e nelle regioni umide e calde equatoriali; prevalenza invece del fenomeno fisico nelle regioni di alta montagna (gelo) e in quelle desertiche subtropicali (squilibri di temperatura tra notte e giorno).

Tutto ciò dimostra quanta importanza abbia anche il clima in queste trasformazioni della superficie terrestre.

Ogni agente esogeno ha in generale una triplice azione:

di **erosione**, di **trasporto** del materiale eroso, di **deiezione** del materiale trasportato.

Così: il calore solare sgretola le rocce, i cui fini detriti vengono soffiati via dal vento e da questo abbandonati a costruire le dune; il gelo dilata le spaccature riducendo la roccia più compatta in blocchi che precipitano poi dai monti per effetto della gravità; i fiumi erodono i solchi asportandone i detriti che poi vengono abbandonati nelle pianure o nel mare; i ghiacciai muovendosi scavano conche e vallette, trasportano con sé il materiale eroso e quello su essi precipitato dai monti in disfacimento, e poi l'abbandonano alla fronte dove il ghiaccio fonde totalmente; il mare con le sue onde demolisce le coste aspre arretrandole e costruisce spiagge e lidi sabbiosi e ghiaiosi; gli organismi prendono ad es. dalle acque il materiale per farsene uno scheletro (molluschi, coralli) che poi contribuirà, essi morti, ad innalzare il fondo.

Fig. 222. — Paesaggio di rovina causata dal gelo nella regione alpina dolomitica. Le torri sono il residuo di più estesi blocchi i cui sfasciumi oggi ne coprono le falde (La « Salsiccia di Francoforte » presso le Torri di Lavaredo).

Fig. 223. — Rocce mediocremente compatte in strati verticali, disgregate dal gelo, presso il Gottardo. (*Fot. Gaberell*).

CAPITOLO LX.

Azione dell'atmosfera sul modellamento della superfice terrestre

1. - **Generalità.** — L'atmosfera, essendo costituita anche di due gas agisce intensamente sulle rocce alterandole chimicamente e corrodendole; è soprattutto a questa azione chimica che è dovuto, ad esempio, la patina rossa di alterazione che quasi tutte le rocce manifestano in superficie. Ma poiché tale azione avviene quasi solo in quanto i gas dell'aria sono sciolti nelle acque piovane, così ne parleremo a proposito di queste e dei fenomeni di alterazione chimica. Qui esamineremo solo i fenomeni d'indole fisica, provocati dal *calore solare*, dal *gelo* e *sgelo* (= variazioni di temperatura), dal *fulmine* e soprattutto dal *vento*.

2. - **Azione del calore solare.** — Le rocce, specialmente quelle granulose e costituite di elementi diversi, subiscono una intensa degradazione per gli squilibri di temperatura tra notte e giorno: durante il periodo di insolazione si dilatano più in superficie che al centro e perciò si *squamano;* durante il periodo notturno si *spaccano* per restringimento. Questo fenomeno è più intenso nelle regioni aride e a frequenti rilevanti sbalzi di temperatura, e cioé soprattutto nei deserti.

Di questo fatto approfittano alcune popolazioni dell'Africa centrale per spaccare le pietre, riscaldandole artificialmente poco prima del calar del Sole; dello stesso fatto approfittò Annibale al passaggio delle Alpi per colmare profondi burroni.

3. - **Azione del gelo. Frane.** — Le acque penetrate tra le fessure delle rocce e qui gelando, per l'aumento di volume allargano le preesistenti spaccature, disgregando così sempre più le masse rocciose. Naturalmente tale azione presuppone la preesistenza di solu-

Fig. 224. — La triade dolomitica del Sassolungo - Cinque Dita - Sassopiatto (a sinistra) vista dal Rif. Sella: enorme scogliera corallina in pieno disfacimento meteorico (osservare i grandiosi sfasciumi alle falde disposti a fasce e a coni), costruitasi su un fondo marino argilloso che oggi ne costituisce il basamento verde di pascoli a dolci pendenze.

Fig. 225. — Carta di una frana di cui si vede: la alta zona di stacco e la colata di detrito che ha sbarrato il torrente in corrispondenza di Elm (stampato capovolto per una maggior comprensione).

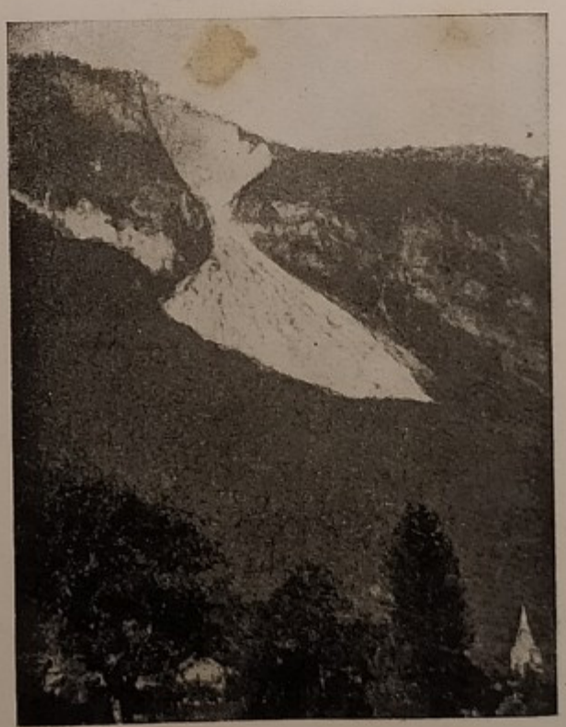


Fig. 226. — Una frana recente con la zona di stacco e il ventaglio di detriti (= *cono*) che ha coperto il bosco. (*Fot. Chaix*).

zioni di continuità (piani di stratificazione, clivaggio, fessure da calore solare ecc.). È il fattore prevalente dell'alta montagna.

Il materiale disgregato precipita alle falde dei versanti costituendo delle vere *fasce* e dei grandi *coni*. Ciò avviene specialmente alle falde delle pareti strapiombanti (pareti granitiche, dolomitiche, ecc.).

Quando il detrito invece di precipitare, più o meno egualmente distribuito nel tempo e nello spazio, precipita ben localizzato e a intermittenza, si ha il fenomeno della *frana* determinato quasi sempre o dallo scivolamento di strati obliqui superficiali poggianti su super-

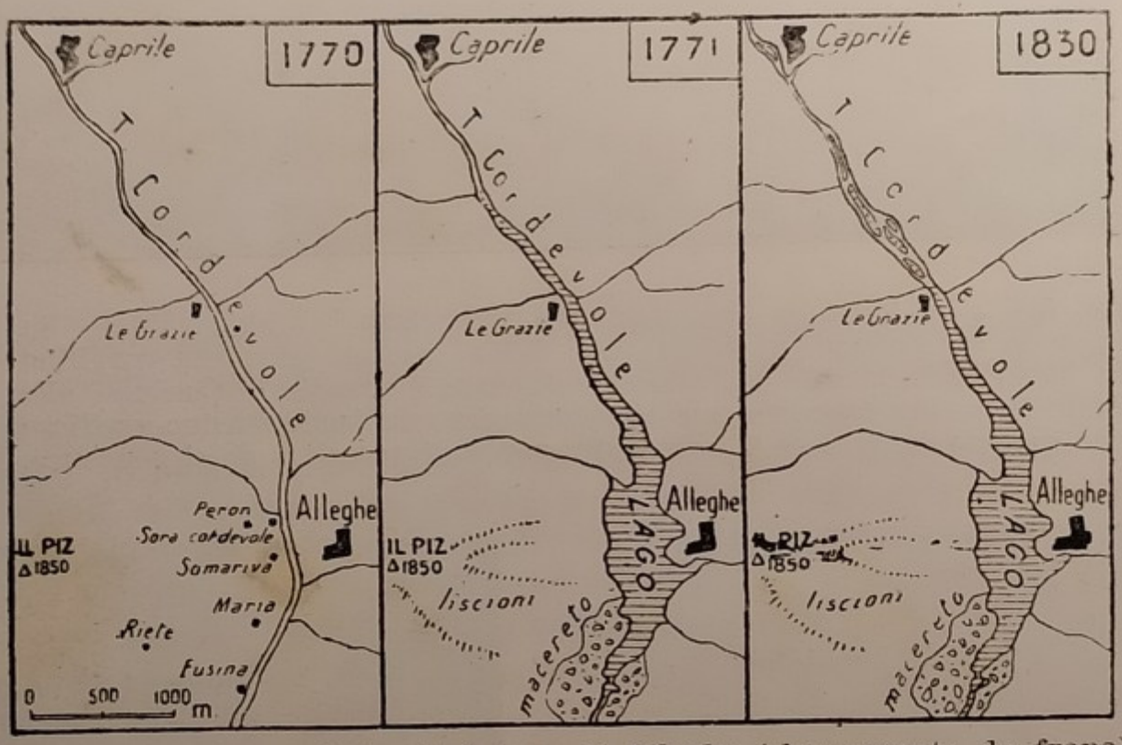


Fig. 227. — *Come si formò il lago di Alleghe* (sbarramento da frana).
1770: nessuna traccia di lago.
1771: il Piz è decapitato e la sua immane frana dopo aver distrutto 6 villaggi ostruisce il decorso del fiume.
1830: anche il torrente a monte ne risente, passando dalla fase giovanile a quella di maturità. Il lago si è aperta una via attraverso il macereto. (Da « *Le Vie d'Italia* »).

ficie rocciosa resa lubrica generalmente dalle acque di infiltrazione, o dal precipitare di pareti (per gelo, ecc.). Sulle Alpi si hanno ambedue questi casi che quasi sempre riescono a dare origine a un *lago per sbarramento* di un torrente.

Di tale origine è il lago di Antrona nella Val d'Ossola (anno 1642), il lago di Alleghe (anno 1770) in val del Cordévole (Belluno) e forse anche il lago di Misurina; laghi soggetti a facile interrimento (da parte dell'emissario) ed ancor più rapido svuotamento per sbrecciamento torrentizio dell'incoerente ostacolo.

4. - Forma delle cime di alta montagna. — La forma delle montagne comuni dipende naturalmente dal modo come queste vengono disgregate e cioè

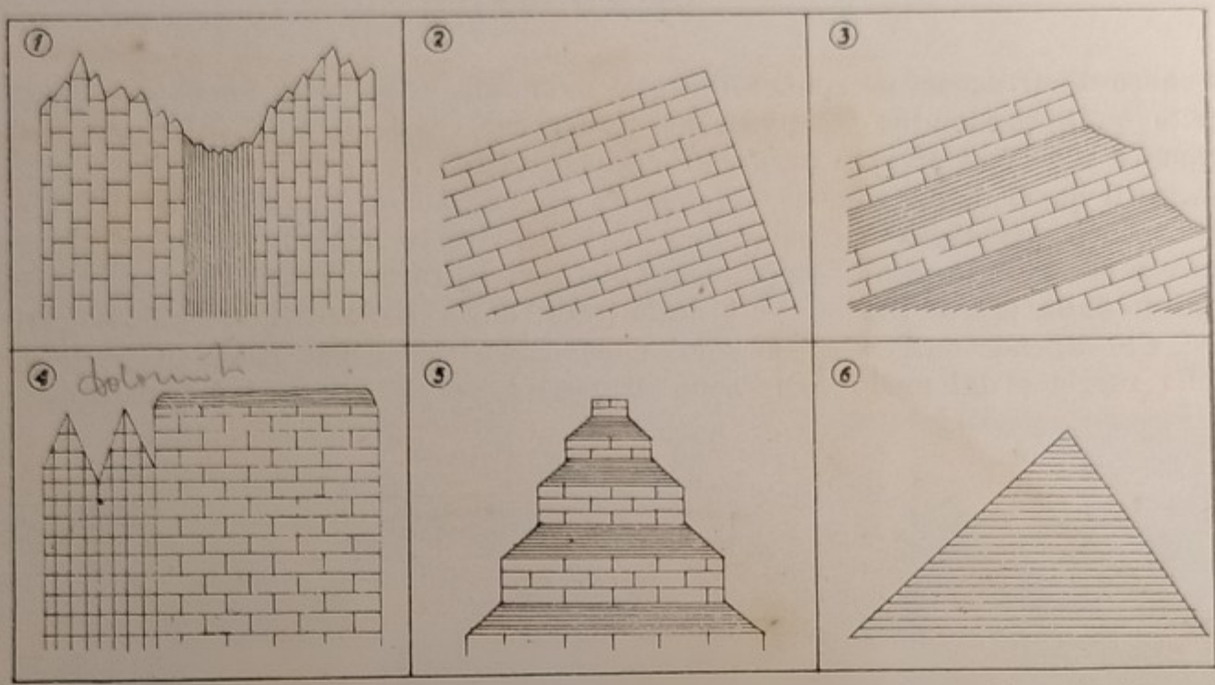


Fig. 228. — La forma delle montagne alpine (derivata dalla degradazione del gelo) in rapporto al grado di erodibilità delle rocce e alla statificazione. 1. rocce compatte verticali = guglie; 2. r. compatte oblique = lento pendio e parete; 3. r. oblique alternativamente compatte e tenere = lento pendio e parete in gradinata; 4. r. compatte orizzontali = altopiano, ma, dove il clivaggio è forte = guglie; 5. r. orizzontali alternativamente tenere e compatte: pareti a gradinata e sommità pianeggiante a torre; 6. r. orizzontali mediocremente erodibili = piramide.

Fig. 229. — La « Rocca di S. Paolino » in Sicilia. Blocco di calcare gessoso in strati orizzontali poggiato su una larga base di tenere e fertili argille dalle forme più tondeggianti: tipica diversità di morfologia in rapporto alla diversa natura delle rocce. (*Fot. Cappellani, Palermo*).

scolpite dagli agenti esogeni. Sulle alte montagne e in parte anche nei deserti, nelle quali predomina l'attività fisica del gelo e del calore solare le forme assunte sono ben diverse da quelle che assumerebbero sotto altri climi, perché anche il modo di distruzione sarebbe diverso. Chi non è abituato a vivere o a camminare attraverso le montagne crede che tutte abbiano la stessa forma. Invece osservando meglio si potranno distinguere forme le più diverse: tondeggianti, dalla cresta dentellata o seghettata, a torri, dai versanti asimmetrici, ecc. Ciò dipende dalla struttura della montagna e cioè dal grado di erodibilità della roccia e dal modo come sono disposti gli strati; infatti poiché è appro-

Fig. 230. — Paesaggio granitico (= roccia compatta) a lastroni verticali: pareti, cresta dentellata a guglie. Circo glaciale coperto da ghiacciai minuscoli ma ben crepacciati. Gruppo di Grépon sul M. Bianco. (Da *Robin*).

fittando dei piani di stratificazione e di clivaggio (generalmente il clivaggio è perpendicolare alla stratificazione) che l'acqua può penetrare e gelando demolire il rilievo è evidente che anche la varia inclinazione degli strati debba avere grande importanza nelle forme delle cime.

Vediamo i diversi tipi principali ricordando che ci riferiamo sopratutto alle cime della regione alpina, ma che quasi altrettanto si può dire delle altre montagne un po' elevate e, sia pure solo parzialmente, anche dei rilievi dei deserti.

1) Se la montagna è costituita da rocce molto tenere, predomina la forma *tondeggiante;*

2) Se le rocce sono compatte e a strati verticali, le cime assumono forme di *guglie* strapiombanti d'ogni parte e la cresta dentellata; la presenza di strati interposti più teneri è subito tradita da insellature e forcelle: tipici esempi trovansi nel gruppo granitico del M. Bianco.

3) Se le rocce sono compatte e orizzontali, le cime assumono la forma di *torri* dalle pareti quasi verticali sopra cui si stendono più o meno estesi ripiani; la presenza di rocce tenere intercalate è tradita stavolta da terrazze e cenge che girano tutt'attorno alla torre (1).

Fig. 231. — Paesaggio alpestre di montagne a strati compatti e orizzontali sull'altopiano di Sella-Boè: torri, non guglie (Torre Berger).

Gli esempi di questo tipo si trovano specialmente nelle Dolomiti dove si associa sovente l'orizzontalità degli strati alla compattezza della roccia (Torri del Vaiolet, Cime di Lavaredo, Pelmo, Civetta, Gruppo di Brenta).

4) Se le rocce sono mediocremente compatte e orizzontali, la forma è quella di *piramide;* così è del Cervino e del Pizzo Boè (Gruppo Sella).

5) Se le rocce sono compatte e leggermente oblique, la montagna assume la forma *asimmetrica,* e cioè, considerando per semplicità solo due versanti, con un versante ripidissimo a parete (è quello dove affiorano le testate degli strati) e un versante a lenta pendenza (è quello dove affiorano le facce). Vi appartengono la maggior parte delle cime alpine (Breithorn, Campo dei Fiori, Bernina, Ortles, Marmaloda, Antelao).

---

(1) Solo quando il clivaggio verticale è rilevantissimo e la stratificazione orizzontale è invece quasi assente, anche in questo caso si ha la forma di *guglia* (alcune poche guglie dolomitiche).

Fig. 232. — Torre del Bec Filadonna (Trento) in strati orizzontali di calcare compatto.

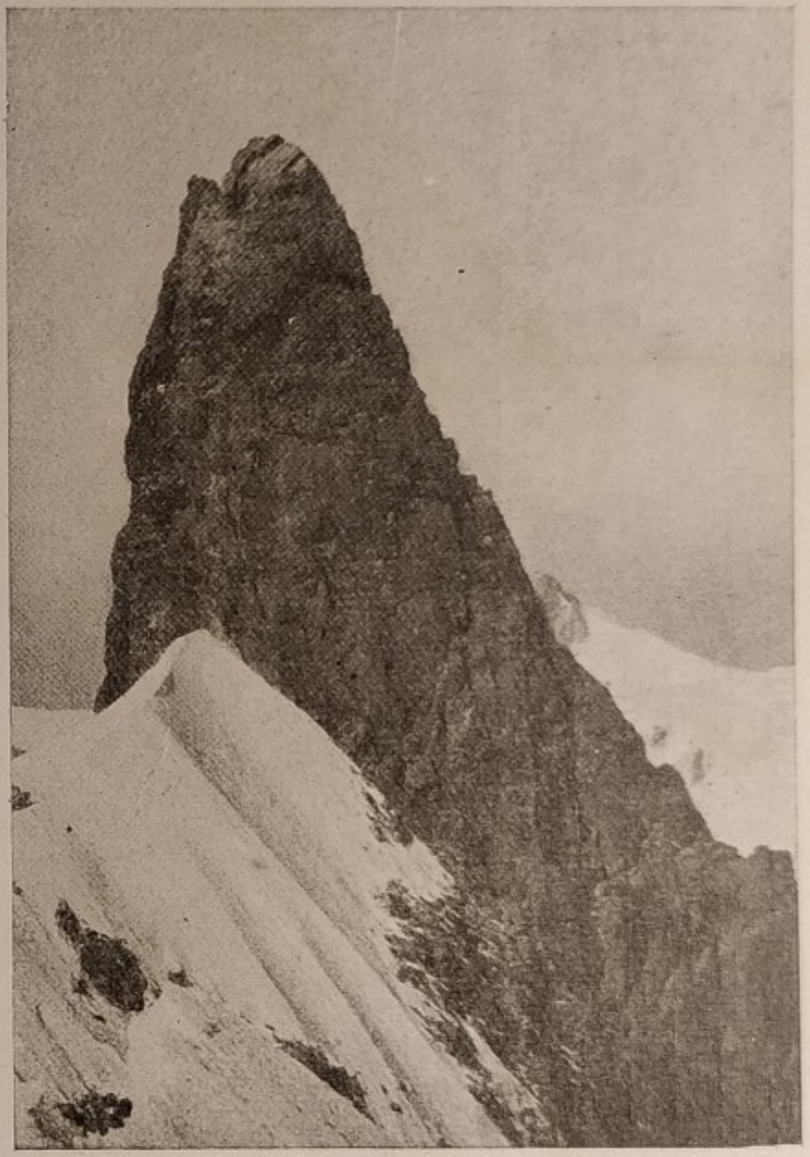


Fig. 233. — Guglia del Dente del Gigante (M. Bianco) in strati verticali di compatto granito. (*Fot. Brocherel*).

Fig. 232. — Torre del Bec Filadonna (Trento) in strati orizzontali di calcare compatto.

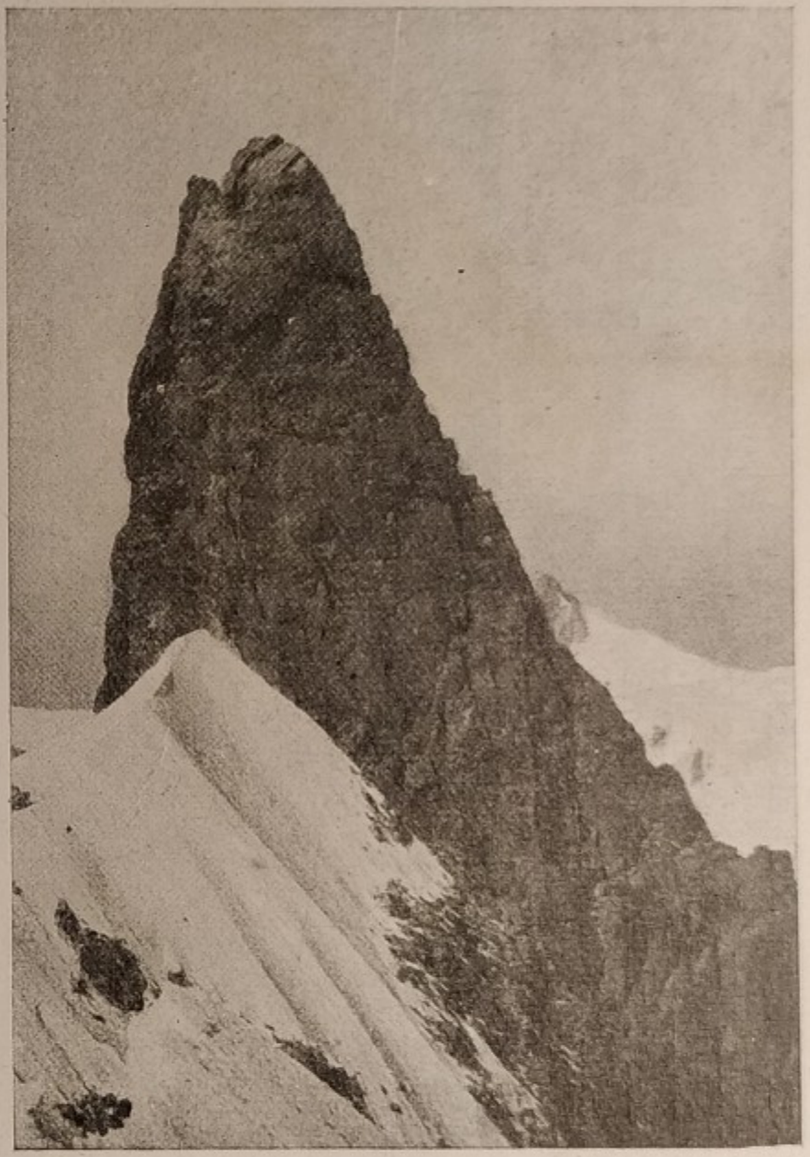


Fig. 233. — Guglia del Dente del Gigante (M. Bianco) in strati verticali di compatto granito. (*Fot. Brocherel*).

Fig. 234. — La svelta piramide del Cervino (d. 45) che si erge dagli alti pianori coperti di pascoli alti (Matterhorn = il Corno del pascolo) sovrastanti al bosco di conifere. Versante nord (Svizzera).

Fig. 235. — Il Col Rodella (con lo sfondo della Marmolada): cima asimmetrica per la inclinazione degli strati. Il basso pendio è lento perché costituito di rocce tenere; e quindi è anche fertile. (*Fot. Ghedina, Cortina*).

Tali forme rimangono anche con la ulteriore degradazione e impicciolamento della montagna: variano le dimensioni ma non l'aspetto complessivo.

5. - **Azioni del vento.** — L'azione del vento è triplice: di *deflazione*, di *corrasione*, di *deiezione*.

In conseguenza della *deflazione*, polveri, sabbie e talvolta anche grossi detriti vengono soffiati via e trasportati anche molto lontano dai continenti in pieno oceano come dimostrano: alcune fanghiglie abissali, ceneri del Vesuvio cadute a Costantinopoli, sabbie vulcani-

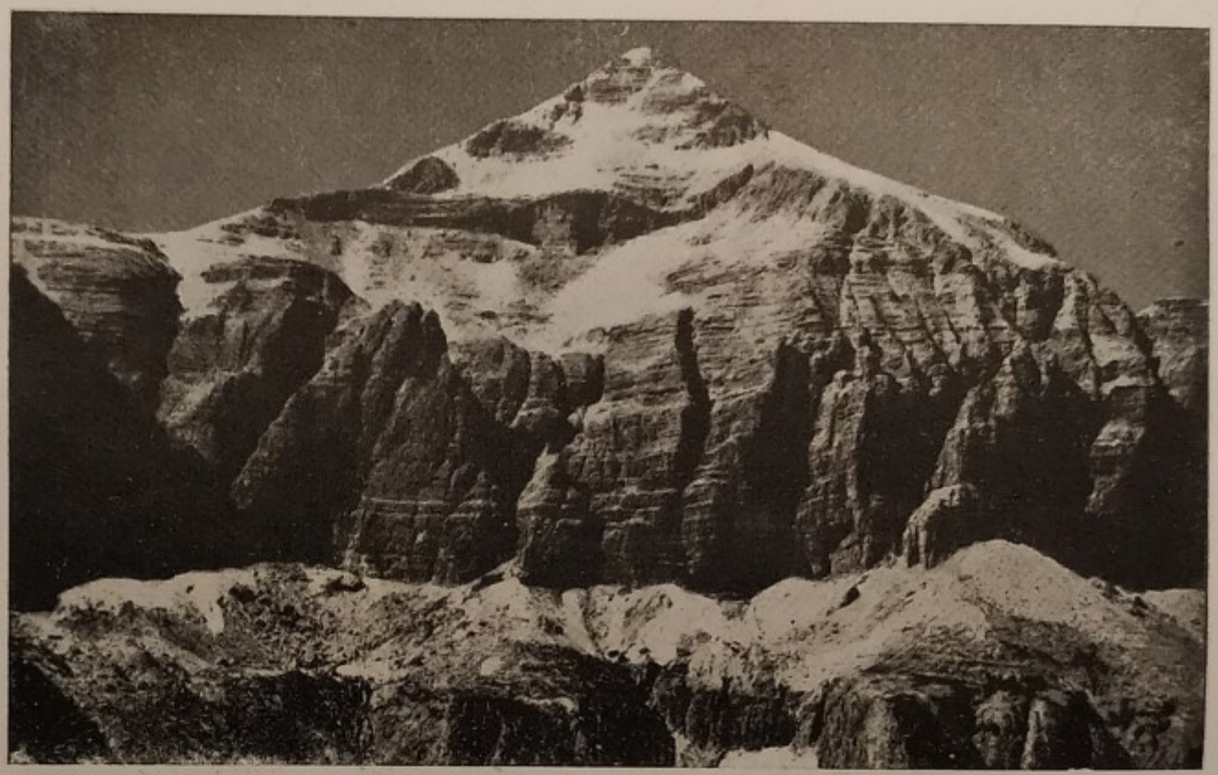


Fig. 236. — Il Pizzo Boè (m. 3152) nelle dolomiti; piramide di strati calcari mediocremente compatti disposti orizzontalmente e poggianti su strati dolomitici più compatti a parete. La larga cengia (= ripiano) di base coincide con l'affiorare di rocce molto tenere comprese tra le dolomie sottostanti (parete inferiore) e sovrastanti (parete superiore). (*Fot. Baehrendt, Merano*).

che dell'Ecla (Islanda) giunte a Stoccolma. Una regione desertica può venire in tal modo liberata dai suoi detriti rocciosi più minuti, estremi prodotti del disgregamento operato dal calore solare, assumendo talvolta l'aspetto di grandi ed estese rovine: è il tipo di deserto detto *hammada* dagli arabi.

Ma il vento spesso sovente favorisce gli organismi trasportando semi, spore, polline, protozoi, bacteri, piccole alghe, e tante volte, sugli alti nevai, anche insetti che, abbandonati esausti sulla neve o sulle nude rocce, sovente vi muoiono, diventando lauto nutrimento ai piccoli abitatori di quelle eccelse regioni (ragni, alcuni insetti, ecc.). In tal modo favorisce la impollinazione (anemofila), la cosmopolitizzazione degli esseri microscopici, la distribuzione del nutrimento e la disseminazione.

Fig. 237. — L'Anteláo. Imponente massa calcare-dolomitica a lastroni immersi a sinistra, e perciò: parete a destra e lento declivio a sinistra. (*Fot. Nangeroni* 1934).

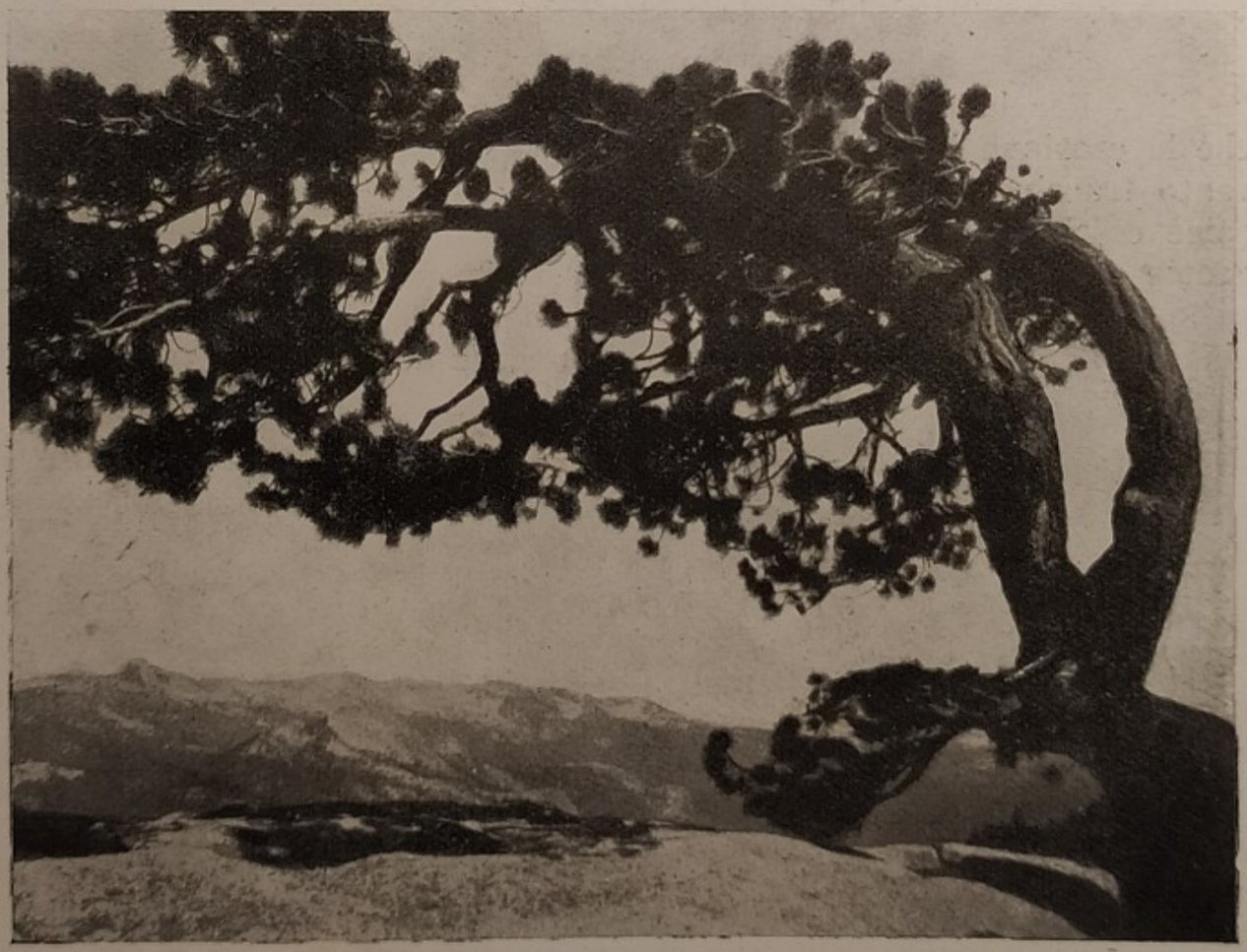


Fig. 238. — Azione del vento costante sulla direzione di sviluppo di una gigantesca conifera in California.

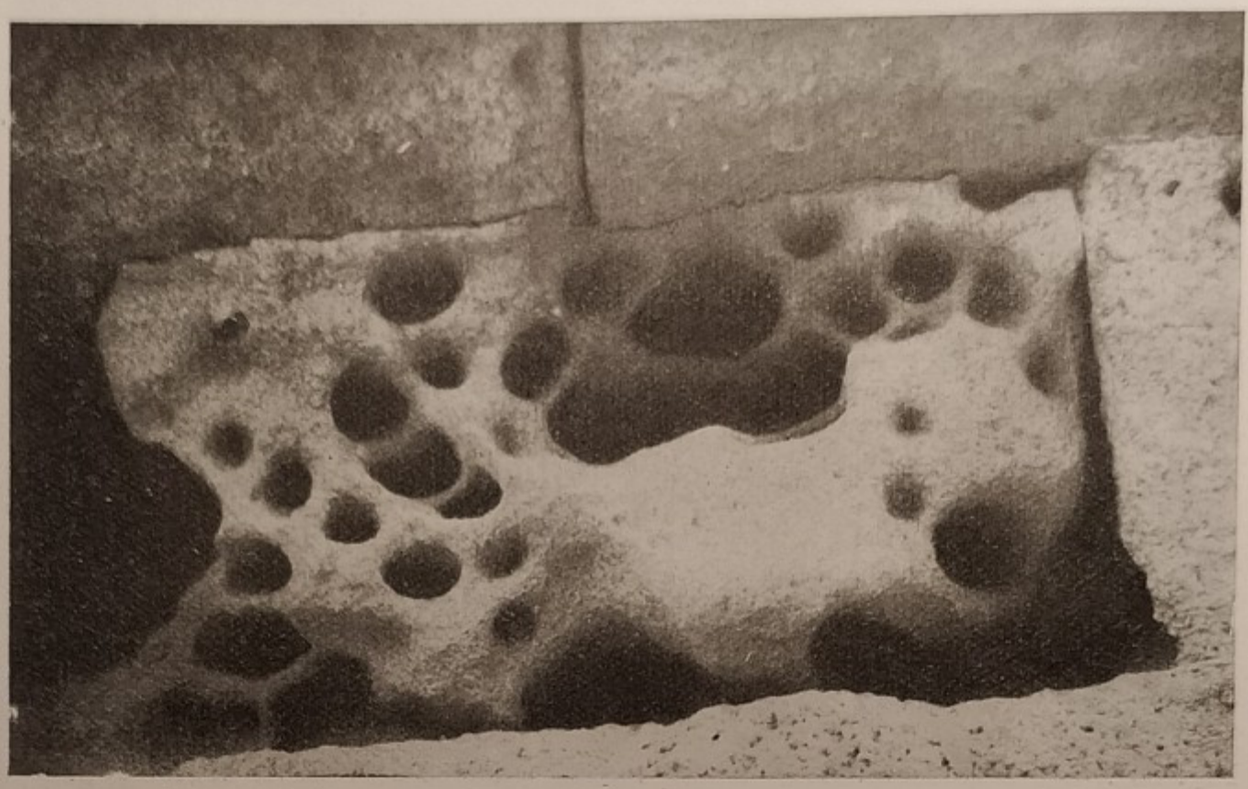
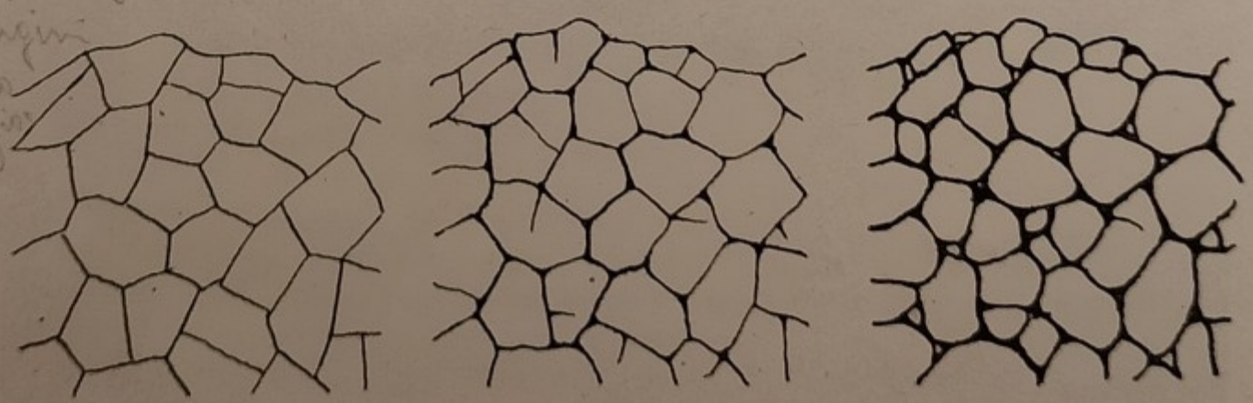


Fig. 239. — Cesellature alveolari operate soprattutto dal vento in un blocco di arenaria dell'Arco di Augusto ad Aosta. (*Fot. Brocherel*).

2. - Per la *corrasione* (termine molto appropriato a significare che la erosione è opera non tanto del vento quanto delle sabbie dal vento trascinate), le rocce contro cui il vento batte vengono quasi come cesellate (= cesellature eoliche), talvolta persino perforate a grotte e a cunicoli. Sono famose le cesellature sui graniti di Delo, sulle arenarie di Castiglioncello (Livorno) dove costituiscono la roccia chiamata « Sasso scritto », sui blocchi dell'Arco d'Augusto in



1. 2. 3.

Fig. 240. — Disgregamento d'un masso clivaggiato (1) in conseguenza della penetrazione di acqua (2) e della alterazione delle superfici fino a derivarne un ammasso di grossi ciottoli isolati.

Aosta. I blocchi vengono arrotondati, gli spigoli smussati tanto che pile di dadi di granito o di altre rocce vengono per questa azione trasformate in pile accatastate di massi a *sacchi di lana*, a *forme di formaggio*, a *bulloni* (Mottarone sul L. Maggiore, Harz in Germania).

Questi massi possono venire poi isolati dalle acque dagli altri più piccoli; è frequente il caso dei *massi oscillanti*, in posizione instabile com'era della *Pedra movediza* della Sierra Tandil (Argentina) ora caduta; della Pietra Sampan, e cioè « Pietra battello », nella Birmania sulla quale venne anzi innalzata una piccola pagoda.

Fig. 241 — Pila di bulloni granitici, modellati dal vento, ecc. Sulle Alpi sarebbe una ardita guglia invece che una catasta di guanciali o di « tre formagge ».

Fig. 242. — Strane forme di blocchi granitici modellati dal vento. La « Pietra dell'Oca ». Il clivaggio aiuta la penetrazione dell'acqua; il vento esporta il terriccio interposto tra i blocchi e modella questi arrotondandone gli spigoli.

3. - Per la *deiezione*, dove finalmente la potenza dèl vento diminuisce o addirittura cessa, vengono abbandonate le fini ghiaie, le sabbie e da ultimo le polveri finissime. Si vengono così a formare delle pianure desertiche ghiaiose (dette « *serir* » in arabo), o sabbiose (dette « *erg* » o « *edeien* ») o, meglio, dei leggeri rialzi di sabbie disposte in serie allineate e cioè le *dune*.

Ogni duna ha il versante rivolto donde proviene il vento a dolce declivio, a ripida e franosa scarpata, invece, verso la direzione del vento. Inoltre sono dotate di movimento causato dal continuo scivolamento della sabbia che il vento spinge fin sulla cresta.

Le dune si formano, naturalmente, dove i venti sono più intensi e dove vi è abbondanza di sabbia e cioè nei deserti (= dune continentali) e sulle spiagge marine (= dune costiere).

Tanto le une che le altre tendono ad allargare i domini delle sabbie invadendo anche fertili pianure e coprendo case ed opere diverse. I monumenti

Fig. 243. — Funghi di roccia sulle Alpi Transilvaniche erosi e modellati dal vento. Il cappello è di roccia più resistente.

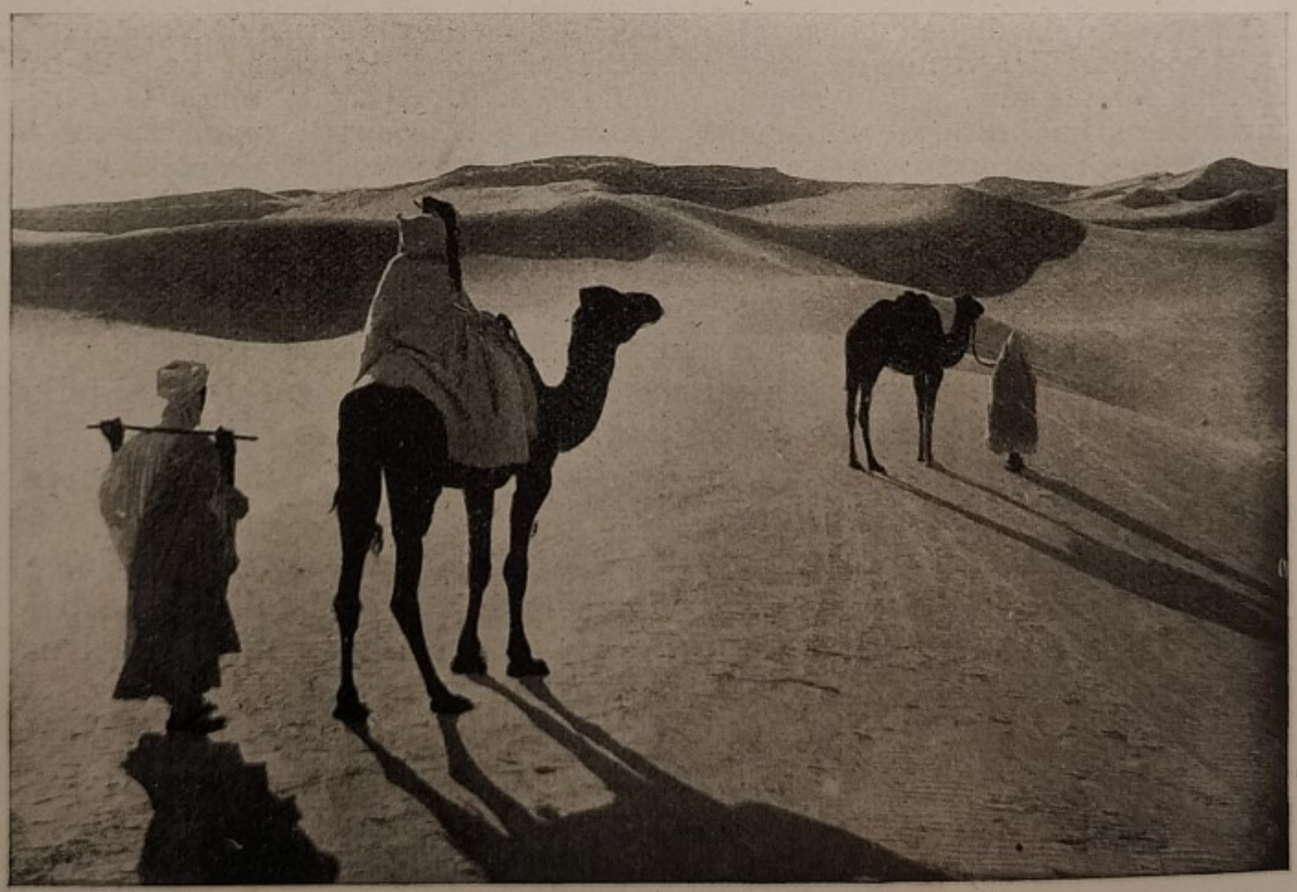


Fig. 244. — Dune nel Sahara tripolino. (*Fot. Brocherel*).

egiziani (sfingi, piramidi, ecc.) e le costruzioni romane (templi, acquedotti di Libia) sono quasi completamente coperte dalle sabbie che non vennero a sufficienza parate. Lungo le nostre spiagge esistono dune costiere: p. es. quelle a cordoni paralleli, a sud di Chioggia sul delta del Po e i tomboli del Tirreno; tra questi, le acque dolci, e sovente anche quelle marine per l'alta marea, impaludano divenendo salmastre, e determinando il formarsi di zone malariche (maremme e paludi Pontine).

Per i gravi danni che derivano dall'avanzare delle dune e delle sabbie in genere, nelle regioni abitate dall'uomo, si è cercato e si cerca di renderle morte, d'impedire cioè che il vento possa avere ancora effetto su di esse. E

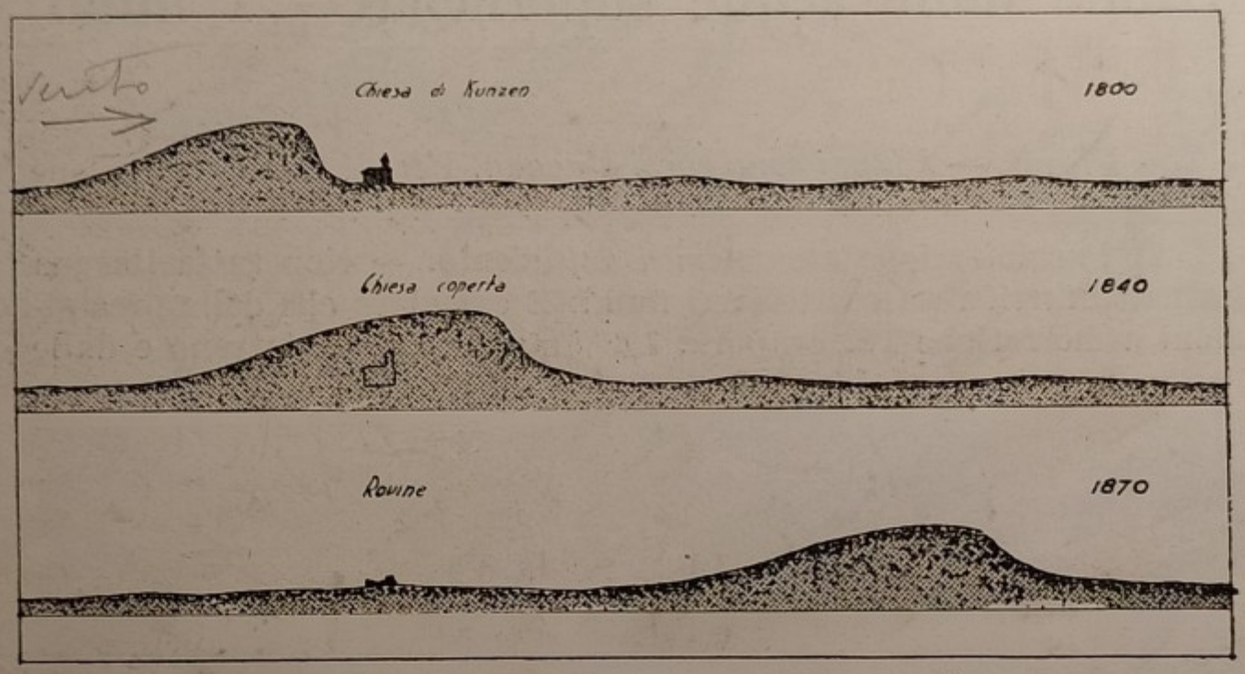


Fig. 245. — Migrazione d'una grandiosa duna costiera presso il Baltico, dal 1800 al 1870.

ciò si ottiene sia con *piantagioni* di arbusti ed erbe adatte a questi terreni (pini, ginestre, sparto), le cui lunghe e fitte radici cementano in tal modo i grani di sabbia; sia con ostacoli e palizzate che originando dapprima una duna alta a volontà, fissata a volontà con vegetazione, impediscono in seguito l'ulteriore azione del vento verso la terraferma. Così si fa in Olanda, in Danimarca, sulle spiaggie di Danzica e Königsberg e lungo molti tratti della nostra costa libica.

6. - **Conclusione.** — Tutte le rocce, quali più quali meno, vanno soggette alla degradazione atmosferica meteorica; le singole azioni, i singoli fenomeni sono minimi, ma la superficie su cui avvengono è immensa e, più che tutto, la natura non conosce limiti di tempo. *Gutta cavat lapidem* ed *il dente del tempo* lascia le sue profonde tracce sopra qualsiasi roccia la più compatta, la più dura, su qualsiasi monumento marmoreo o granitico o di porfido; e traccia non indelebile perché, subito dopo, la piccola traccia cambia di forma per l'accavallarsi di altri fenomeni.

CAPITOLO LXI

Azione delle acque superficiali - I fiumi

1. - **Fiumi.** — *I fiumi sono corsi d'acqua.* Perché una data regione venga percorsa da un fiume sono indispensabili tre fattori:

1) *Precipitazione atmosferica sufficiente.* — Non tutta l'acqua piovana, infatti, va a costituire i fiumi. È calcolato che delle precipitazioni atmosferiche 1/3 evapora, 1/3 è assorbito dal terreno e dalle

Fig. 246. — Impetuosi torrenti estivi derivati dalla fusione di numerosi ghiacciai in Val Viola (Bormio). (*Fot. Nangeroni*).

piante, e solo 1/3 è raccolta dai fiumi. Le regioni scarse o prive di precipitazioni sono sprovviste di fiumi locali (Arabia).

2) *Terreno disposto a pendio* perché l'acqua, possa defluire al mare o ad altri fiumi o a laghi. Alcune regioni delle Pampas ed in

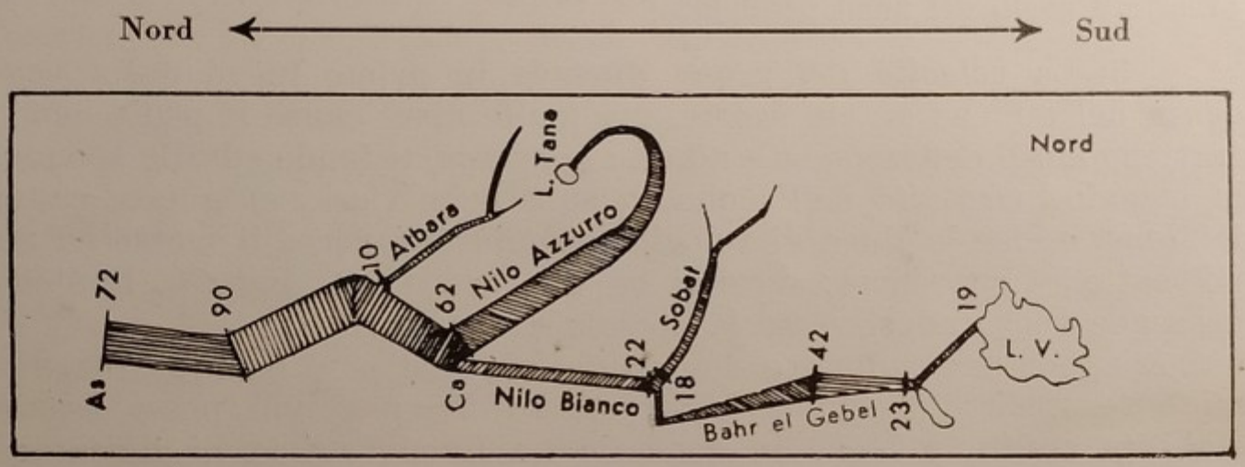


Fig. 247. — Deflusso annuo del Nilo (i valori indicano il deffusso annuo in km³). Si noti l'estrema diminuzione prima della confluenza del Sobat (Etiopia) e del Nilo Azzurro (L. Tana).

genere tutti i bacini chiusi senza deflusso al mare, troppo pianeggianti o addirittura in contropendenza, danno origine a laghi paludosi stagnanti e salati per l'evaporazione, ma non a fiumi.

3) *Impermeabilità discreta del terreno* che impedisce una eccessiva perdita delle acque di pioggia. Così nelle regioni calcari fessurate (Carso) e nelle regioni sabbiose (basso Uebi Scebeli) l'acqua scompare in superficie per costituire invece una idrografia sotterranea.

2. - **Elementi di un fiume.** — 1) *L'acqua* dei fiumi proviene sopratutto dalle acque di dilavamento superficiale, dalle sorgenti, dai ghiacciai, dalla fusione delle nevi ed un po' anche da quelle di condensamento diretto dei vapori diffusi nell'aria.

2) La *quantità* d'acqua dipende *non solo dalla quantità d'origine, ma anche dalla evaporazione*. Il Nilo ha un tratto dove l'acqua diminuisce per la intensa evaporazione; molti fiumi d'Africa scompaiono per il medesimo motivo e solo nella stagione delle grandi piogge ricompaiono giungendo anche a riempire il loro letto, libero per quasi tutto l'anno (uàdi).

3) *Portata: è la quantità d'acqua che passa in un secondo per una sezione del fiume*. Dipende perciò dall'area della *sezione esaminata* e dalla *velocità* dell'acqua, evidentemente varia, nello stesso fiume, da posto a posto. La portata influisce sul *regime* di un fiume, cioè sulla *magra* e sulla *piena*, nomi troppo noti perché se ne dia la spiegazione.

Mentre i fiumi prealpini che derivano le loro acque o dalle piogge primaverili e autunnali o dallo scioglimento delle nevi, hanno piene invernali e sovente di estate hanno magre eccessive, quelli alpini che hanno le loro prime sorgenti sui ghiacciai, hanno piene estive (Ticino, Adda) e sono inoltre perenni. Il Po trovasi in eccellenti condizioni di regolarità; d'estate riceve le abbondanti acque dei fiumi alpini, d'autunno e d'inverno quello dei fiumi appenninici, di prmavera quelli dei fiumi prealpini.

5) La *velocità dell'acqua* dipende in primo luogo dalla *pendenza* del terreno su cui scorre, ma molte altre cause impediscono o trattengono il deflusso come ad es.: *aderenza* al fondo ed alle sponde, la maggior *viscosità* dell'acqua in superficie. Così per queste cause il *filone*, e cioè la linea di velocità maggiore, è verso il mezzo ed un po' sotto la superficie: dove si ha una curva, per inerzia, il filone prosegue spostandosi verso la sponda concava.

È opportuno a questo riguardo ricordare la *differenza tra fiumi e torrenti*. Per quanto una netta differenza non possa essere stabilita, tanto più che in generale un fiume, prima di diventare tale, è torrente, si può tuttavia dire che, mentre un *torrente* possiede *grande pendenza* e va soggetto ad *eccessi di piene e di magre*, restando talvolta come asciutto (a corso temporaneo), il *fiume* ha una *pendenza* (e quindi anche velocità) *minore* essendo sovente anche navigabile per certi tratti, ed è *perenne e regolare*, attingendo le sue acque da torrenti appartenenti a bacini con piene e magre in epoche diverse.

Secondo un concetto più preciso si potrebbe dire che la *pendenza limite* che determina l'appartenere di un corso d'acqua alla categoria dei fiumi anziché dei torrenti è di 0°12' il che corrisponde a circa il 3,5 ‰. (Si ricordi che il Po già a Torino possiede la piccola pendenza del 0,5 ‰, a Cremona del 0,2, alla foce del 0,03 ‰. Così il Reno che a Mannheim si mantiene sul 0,3‰, alla foce non supera il 0,09 ‰).

6) *Bacino idrografico*: è quella regione che per la sua particolare inclinazione dirige le acque in un fiume. È evidente che ogni bacino principale è costituito da molti altri bacini secondari e questi da bacini di terzo, di quarto ecc., ordine.

Il bacino nelle sue particolarità è un prodotto del fiume al quale manda le acque; sono sopratutto i fiumi che lo hanno eroso e solcato determinando valli, cime, versanti; sono essi che l'hanno colmato, formando le pianure.

Il bacino idrografico è limitato da una linea detta *linea di displuvio* o spartiacque (= *divortium acquarum*) che non sempre coincide con la linea di cresta più alta della regione.

3. - **Origine di un fiume.** (1). — Sui versanti delle montagne scorrono, senza un alveo fisso, le acque di pioggia le quali hanno

(1) Intendiamo solo parlare di quei fiumi che hanno origine da acque superficiali; facciamo perciò astrazione da quelli che hanno origine dalle sorgenti, dai torrenti glaciali, ecc.

perciò un'azione di dilavamento e di denudazione, perché asportano quei detriti di diversissima origine che trovano sul loro passaggio. Ben presto però esse tendono ad incanalarsi e a individuarsi in piccoli alvei, formando mille rigagnoli che riescono a congiungersi in un unico punto di confluenza. Chiamasi *bacino di raccolta* la parte superiore a questo *punto di confluenza* dal quale ha origine il *canale di scarico* che va a sboccare o in un altro canale o direttamente al

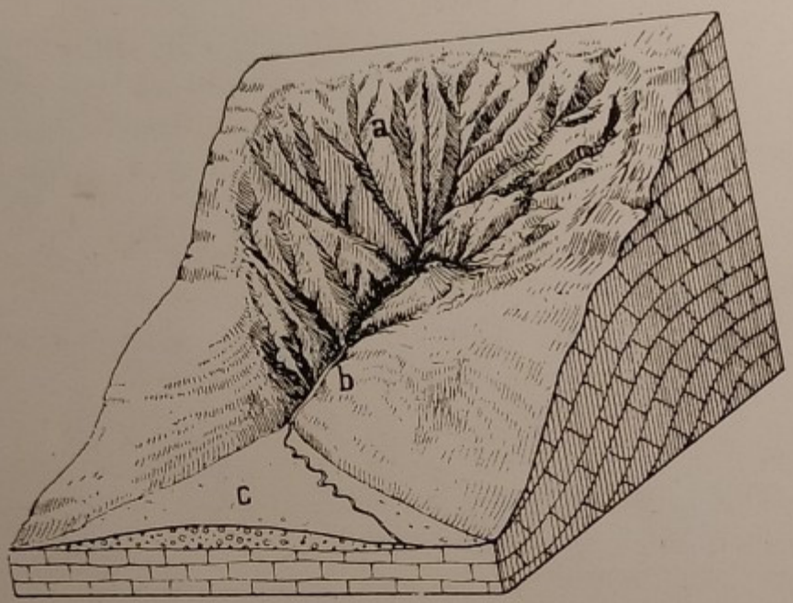


Fig. 248. — Alte origini di un fiume; a = imbuto torrentizio; b = canale di scarico; c = cono di deiezione.

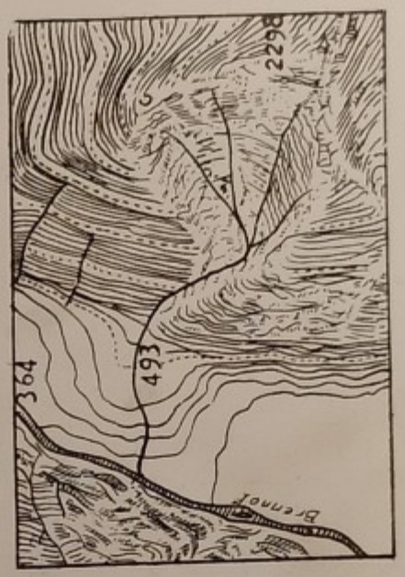


Fig. 249. — Rappresentazione cartografica della figura precedente.

fiume, quivi abbandonando molti suoi detriti, costruendo cioè una superficie ghiaiosa a forma di ventaglio detta *cono di deiezione*.

La forma più elementare di un bacino di raccolta torrentizio è data da un *imbuto* dai versanti alquanto ripidi solcati da infimi torrentelli dovuti all'approfondimento torrentizio e alla degradazione meteorica (1). È la forma inversa del cono di deiezione.

4. - **Azione dei fiumi.** — L'azione dei fiumi si manifesta in due modi opposti: in un primo tempo, il fiume soprattutto, erode, asportando quanto trova sul suo cammino; in un secondo tempo, diminuita o cessata la sua velocità, abbandona quanto prima aveva asportato, costruendo e innalzando il suo alveo. Distrugge i monti, ne asporta il materiale e con questo innalza il fondo delle valli e le pianure, colma i laghi ed i fondi marini: azione dunque eminente-

(1) Chiamasi *degradazione meteorica*, come già si è visto, quella operata dagli agenti meteorici (acque piovane, aria, gelo, calore solare, ecc.); essa lavora su grandi superfici mentre il fiume lavora sopratutto lungo una linea.

mente livellatrice. Queste due azioni si compiono contemporaneamente, lungo tutto il percorso, ma con intensità molto diverse nei singoli tratti del fiume. Così mentre nel tratto a monte, dove la pendenza, e quindi la velocità è maggiore, prevale di regola la erosione ed il trasporto nel tratto a valle, a pendenza e a velocità minore, prevale la deiezione fin che giungendo al mare si scarica di tutto colmando sempre più il fondo marino.

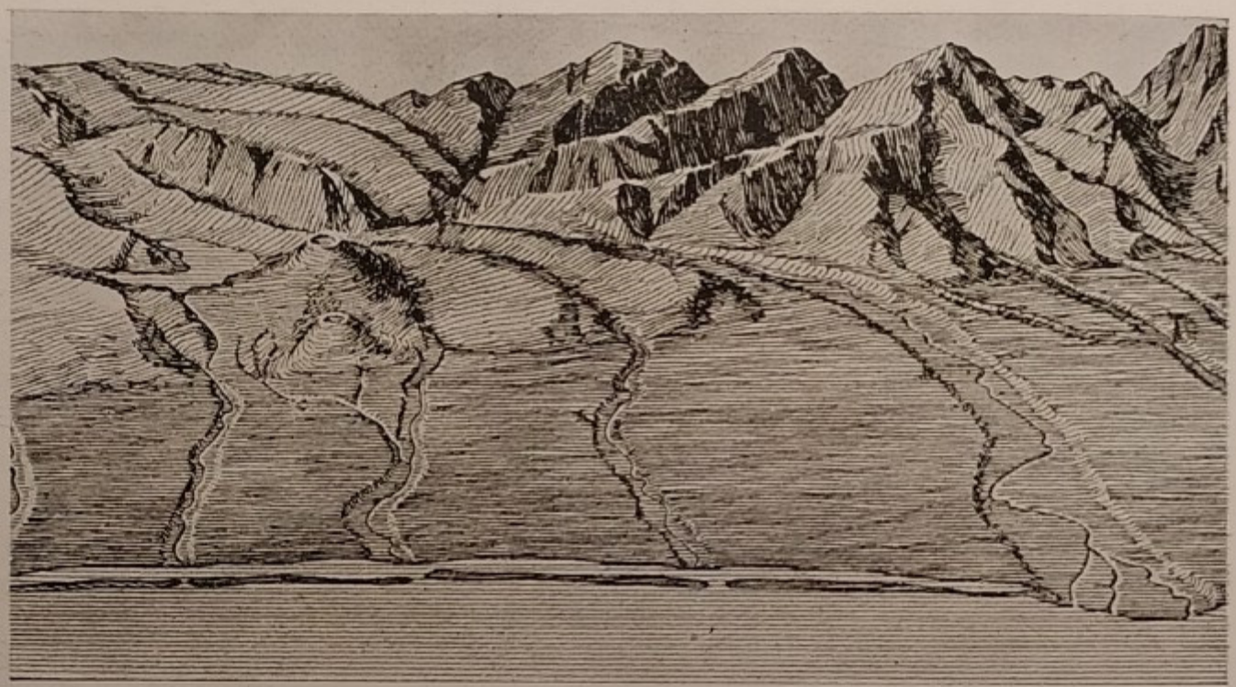


Fig. 250. — Pianura costiera causata dal colamento operato dai torrenti con il ciottolame e la sabbia che essi hanno strappato dalle montagne.

5. - **Azione erosiva delle correnti d'acqua.** — L'attività erosiva di un fiume è in relazione con la sua portata, con il materiale di sfacelo che convoglia, e con il grado di disgregabilità della roccia solcata.

a) Si formano in tal modo le prime *vallecole,* destinate però a scomparire più o meno presto a seconda del grado di erodibilità del terreno per l'azione distruggitrice degli agenti atmosferici: le lame e crestine divisorie cadono determinando a poco a poco valli sempre più ampie.

E tale è l'origine dei: *calanchi* nei terreni argillosi dell'Appennino Settentrionale e Centrale; delle *piramidi di terra,* derivate dalle morene caotiche nelle quali i grossi massi proteggono il più fine materiale sottostante, ecc.

b) Il solco, in quanto unicamente originato dall'approfondimento torrentizio è in genere *a versanti molto ripidi;* tanto più ripidi quanto più compatta è la roccia. Ma la loro ripidità più o meno

Fig. 251. — « Piramidi di terra » detti « Castelletti » sopra Castellamonte (Canavese incisi dalle acque selvagge in un deposito disgregato (*Fot. Tonelli*).

Fig. 252. — Le « Bolge di Atri » (Teramo): tipici solchi a calanchi in terreni argilloso-sabbiosi del preappennino. (*Fot. Brocherel*).

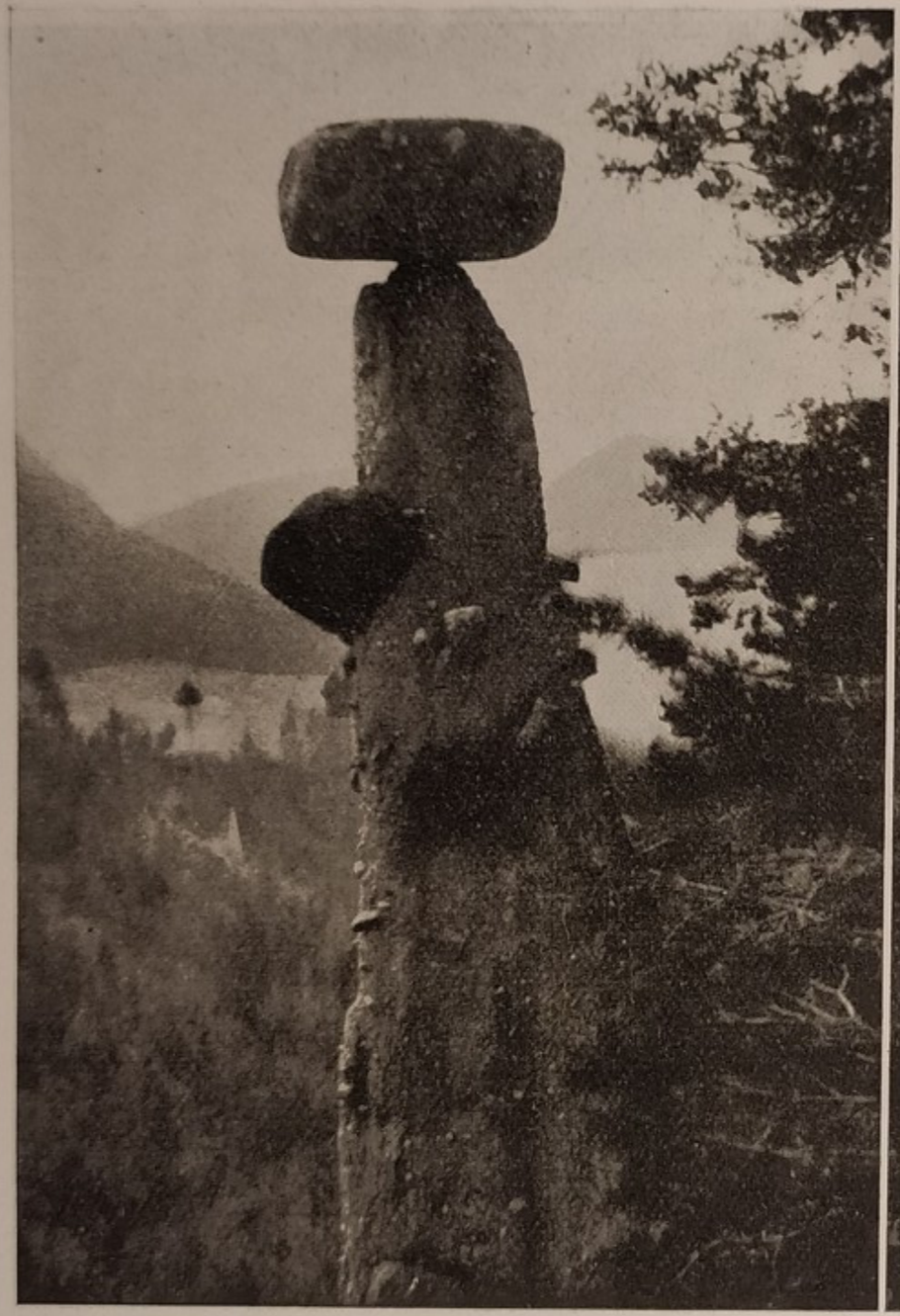


Fig. 253. — Una piramide di terra con il tipico sasso di protezione.

Fig. 254. — Piramidi di terra al Renon di Bolzano. Si vede sullo sfondo lo Sciliar dolomitico. (*Fot. Gugler*).

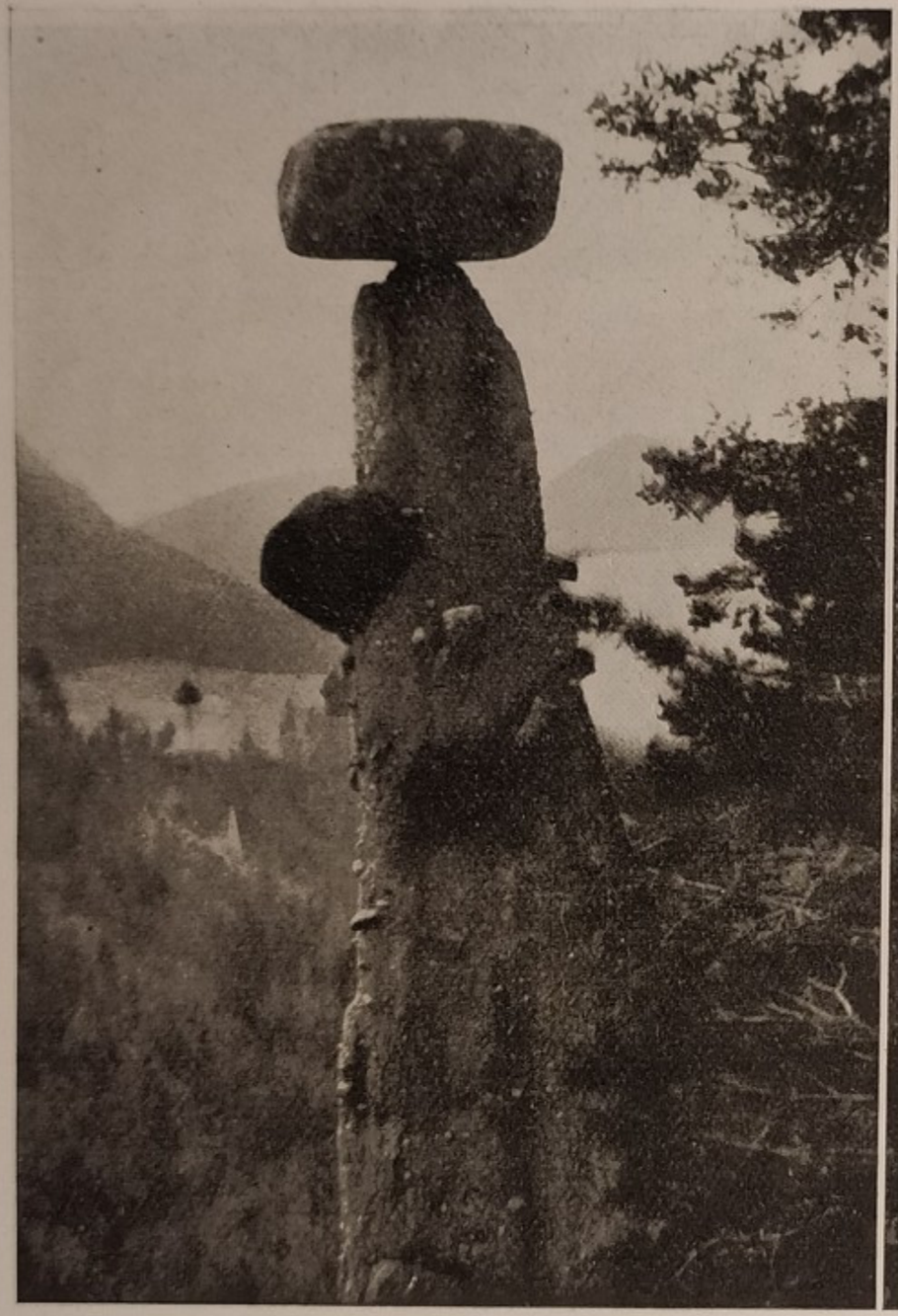


Fig. 253. — Una piramide di terra con il tipico sasso di protezione.

Fig. 254. — Piramidi di terra al Renon di Bolzano. Si vede sullo sfondo lo Sciliar dolomitico. (*Fot. Gugler*).

presto diminuisce per opera degli agenti meteorici generali che li erodono allargando così il primitivo solco; il materiale derivato viene convogliato dalle acque torrentizie.

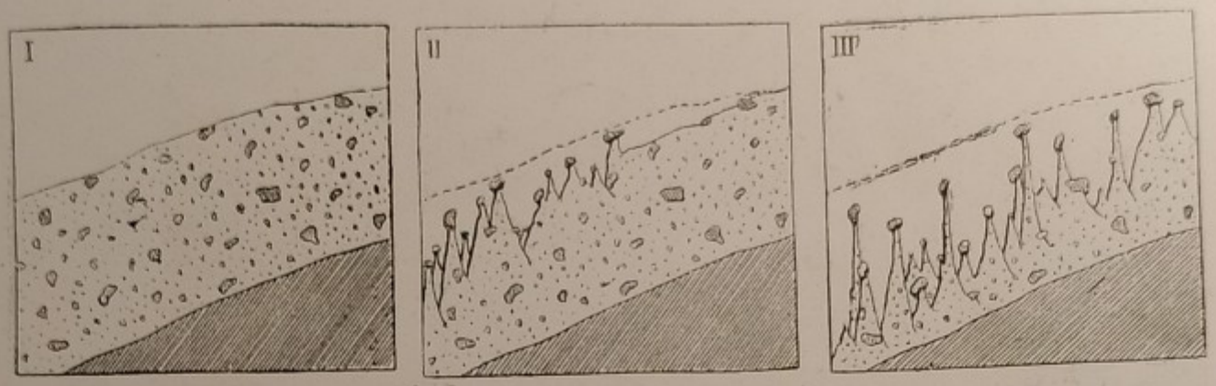


Fig. 255. — Come da una morena (ciottoloni frammisti a fine terriccio e ad argilla) hanno origine, per erosione di acque selvagge, le « piramidi di terra ».

Fig. 256. — Come un'altra pianura, solcata da un fiume viene prima frazionata in lembi e poi ridotta ad una bassa pianura con i fiumi scorrenti in superficie anziché incassati.

c) Quando vi è alternanza lungo il solco di rocce molto e poco erodibili, si ha in genere pure *alternanza di tronchi ampi e ristretti nella valle*, ed analogamente, *di ripiani e gradini*, quindi *cascate*.

Fig. 257. — Carta di una valle ramificata e solcata in un altopiano; i bassi versanti della Valle sono a lenta pendenza; i ripidi cornicioni sono invece il bordo alto a lunga scarpata.

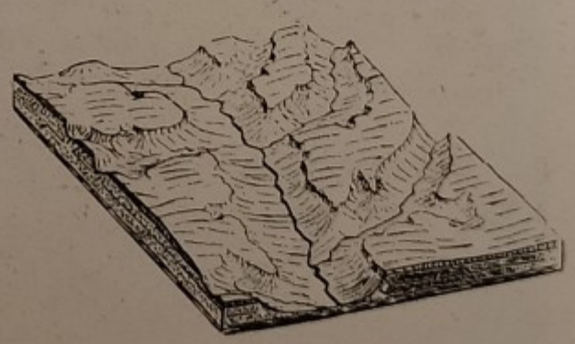


Fig. 258. — Disegno della stessa valle, da cui si riconoscono meglio non solo le forme dei versanti, ma la presenza di rocce tenere in basso, dure in alto, e in ogni caso orizzontali; donde l'aspetto di altopiano.

Fig. 259. — Paesaggio del Colorado: grandioso altopiano a strati orizzontali solcato da una fitta rete di valli che l'hanno smembrato in blocchi dalle ripidissime pareti dominati da estesi terrazzi su cui poggiano tipici monti a torri e somiglianti spesso ad ambe abissine.

d) Le *cascate* stesse per erosione tendono a retrocedere e divenire *rapide*. Questa retrocessione in generale avviene a circo o a ferro di cavallo, tale diventando il ciglione, prima rettilineo, in seguito alla maggior azione del filone centrale (= maggiore velocità, presenza di più grossi ciottoli trasportati).

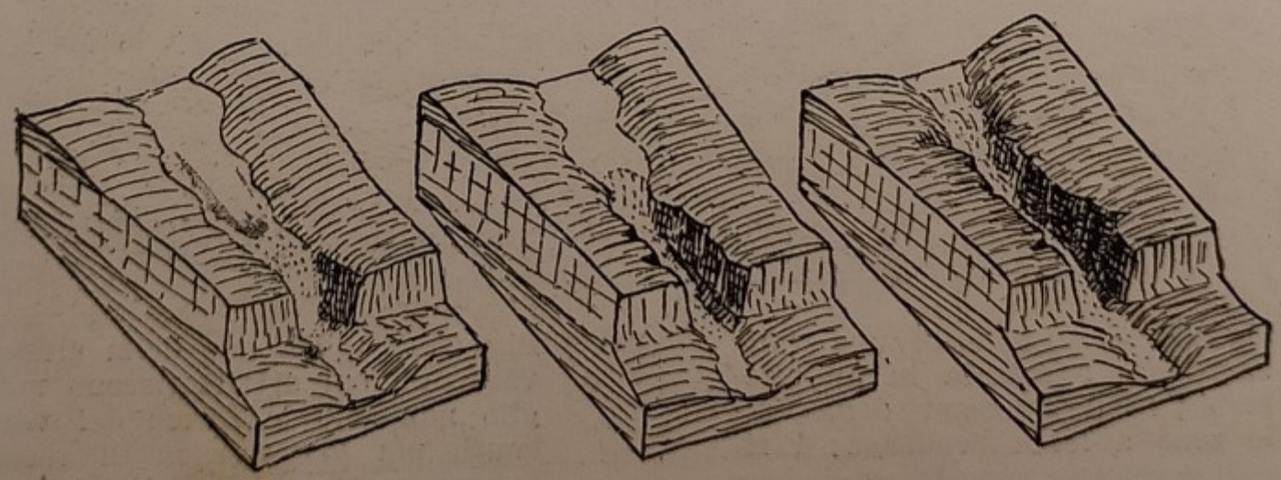


Fig. 260. — Fasi di arretramento d'una cascata (arretramento a ferro di cavallo; forra e rapida derivate).

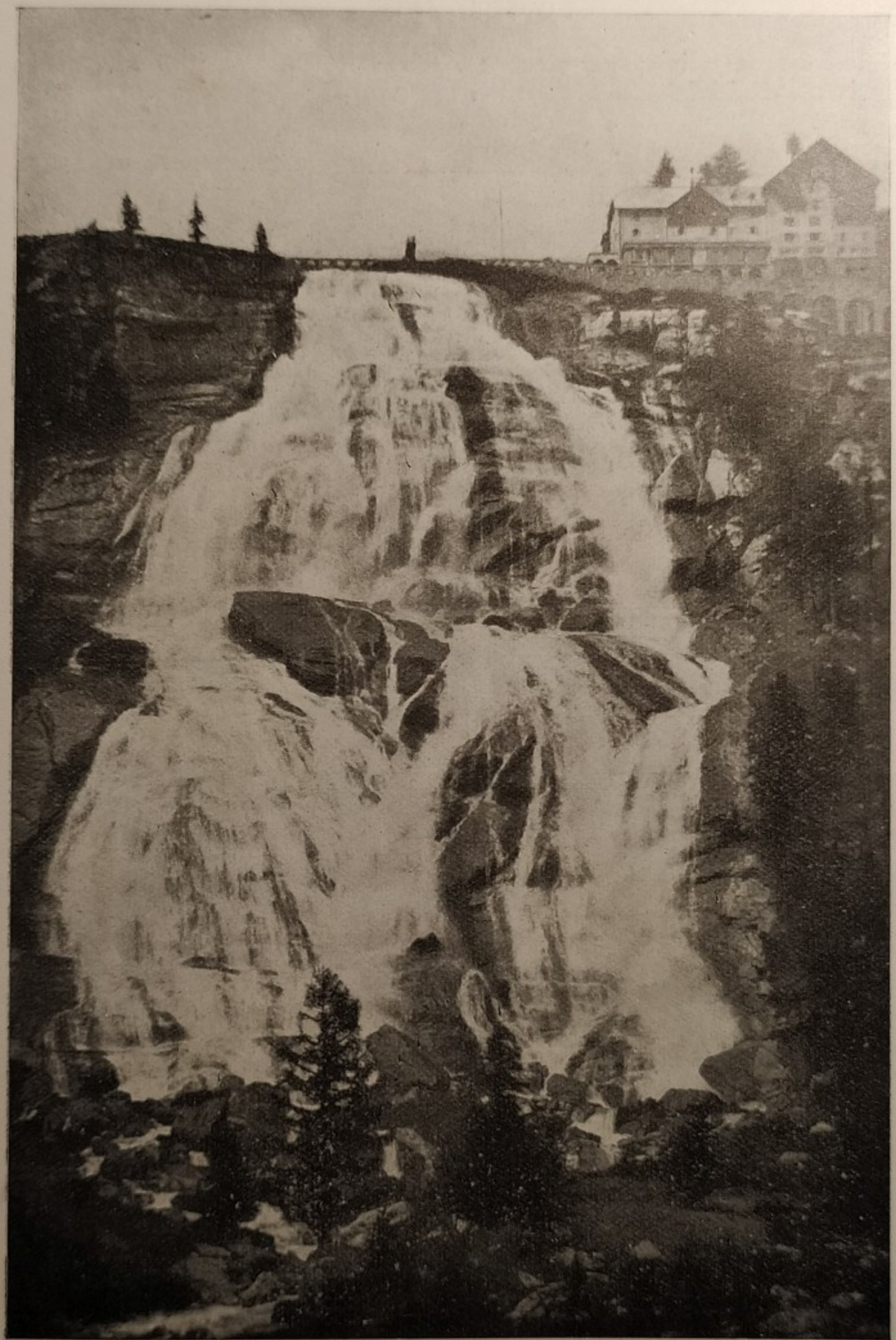


Fig. 261. — La cascata della Toce (Domodossola). Le acque vincono un ripido salto di granito tra due ripiani scavati in rocce più tenere. (*Prof. Porta*).

Fig. 262. — Le due cascate del Niagara, l'isola delle Capre nel mezzo, l'inizio della rapida e del lungo solco di raccordo con il L. Ontario.

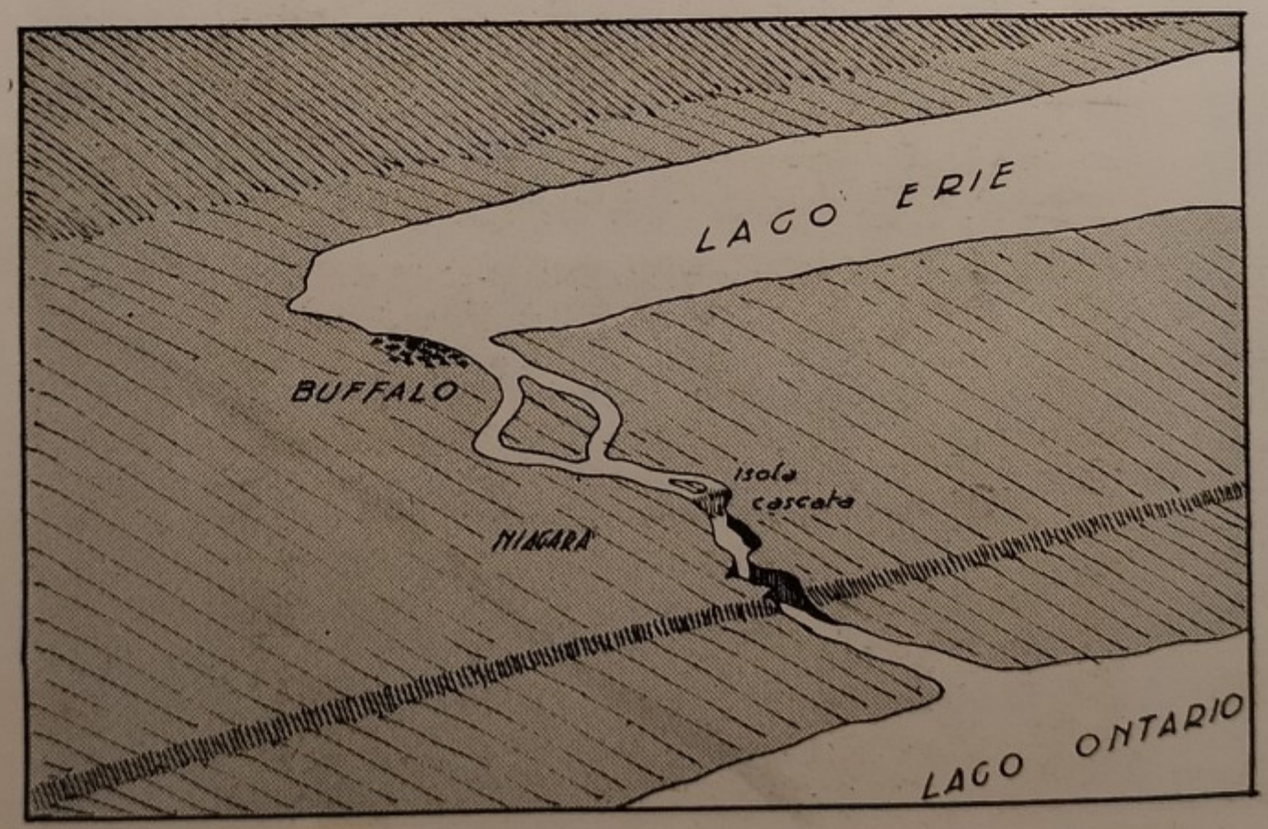


Fig. 263. — Il lungo gradino che separa i due laghi vinto dal F. Niagara con una cascata che regredendo ha assunto la posizione odierna dopo aver scavata una lunga forra sul cui fondo le acque corrono a rapide

Fig. 264. — Tre fasi successive della evoluzione d'una cascata.
1. La Cascata della Vallesinella (Trento).
2. Forra di erosione: orrido di Prè S. Didier (Aosta).
3. Forra di erosione oramai quasi priva di acque: Val d'Ega (Bolzano).

Fig. 264. — Tre fasi successive della evoluzione d'una cascata.
1. La Cascata della Vallesinella (Trento).
2. Forra di erosione: orrido di Prè S. Didier (Aosta).
3. Forra di erosione oramai quasi priva di acque: Val d'Ega (Bolzano).

Le cascate del Niagara tendono a trasformarsi in una rapida ed uniforme pendenza senza salti di sorta dal lago Erie all'Ontario. Attualmente si calcola che la cascata del Niagara si arretri, lungo il filone, di m. 1,64 all'anno, ma in alcuni anni l'arretramento supera i m. 20. Una lunga forra generalmente impraticabile è la testimonianza della avvenuta retrocessione.

e) Alla base delle cascate o dovunque più facilmente si formano vortici, i duri massi trascinati dalla corrente e continuamente girati e rotolati nel medesimo punto intorno a se stessi, danno origine a *marmitte dei giganti* più o meno vaste. Il fenomeno è caratteristico nelle *forre* o *orridi* o *gole* le quali possono dirsi dovute ad una continua formazione di marmitte intersecantisi.

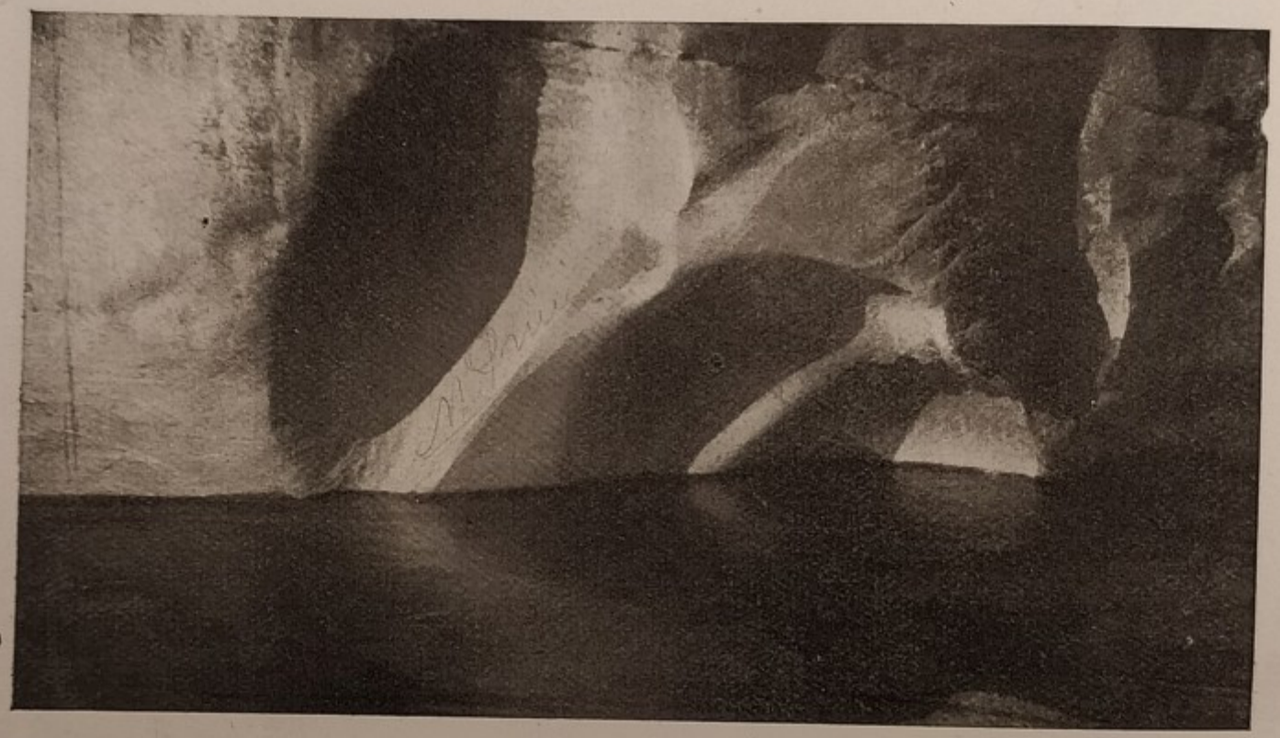


Fig. 265. — « Marmitte » scavate nella viva roccia dalle acque della Dora Baltea ricche di detrito quarzoso. (*Fot. Brocherel*).

f) *Terrazzi fluviali*. Non è raro il caso che un fiume o in piena vallata o al suo sbocco al piano, o in completa pianura scorra affondato nelle sue stesse alluvioni per decine di metri le quali costituiscono così terrazzi, elevati residui della antica più elevata superficie — fondo di fiume.

Duplice è la spiegazione: alla fase di piena (che ha dato origine ad un eccesso di sedimentazione) è successa una fase di magra con conseguente erosione in letto più ristretto; oppure è intervenuto un sollevamento generale che, ringiovanendo il torrente, vi ha determinato una maggiore attività escavatrice.

È utile ricordare che la larghezza tra le due scarpate opposte limitanti il fondo non rappresenta la larghezza del fiume, ma l'àmbito in cui serpeggia

il fiume con i suoi meandri. Questi terrazzi sono molto importanti perché è su di essi, e specialmente sul loro ciglio, che l'uomo ha trovato buone sedi,

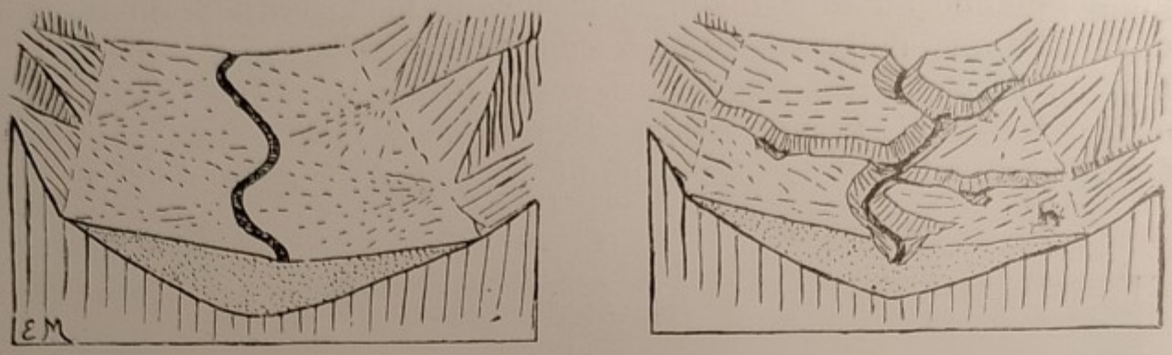


Fig. 266. — Fiume di larga valle colma di alluvioni che in queste si affonda determinando *terrazzi* in seguito a sollevamento o a mancata sedimentazione.

sfuggendo dal fondo valle troppo spesso inondato, coperto da alluvioni troppo recenti e cioè ancora inalterate, non fertili.

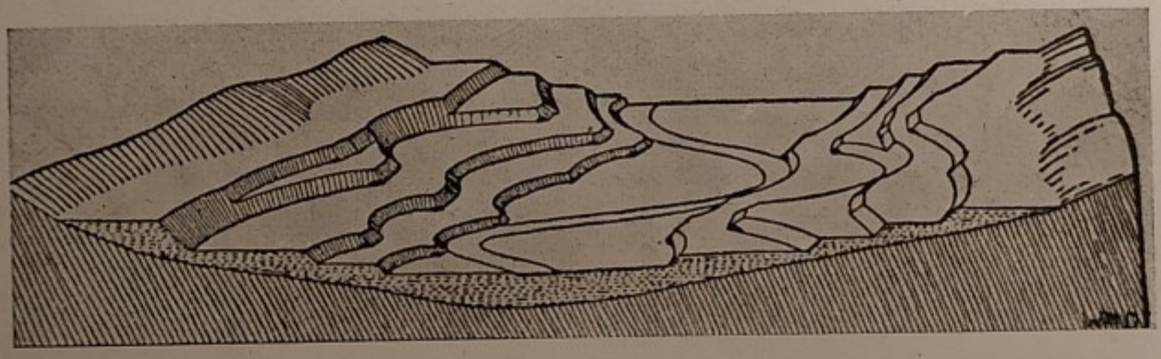


Fig. 267. — Valle del solco largamente terrazzato da un fiume. La larghezza del fondo rappresenta la larghezza dei limiti entro cui il fiume divaga con i suoi meandri. I lembi di terrazzi sono la testimonianza di vecchi e più alti fondi-valle.

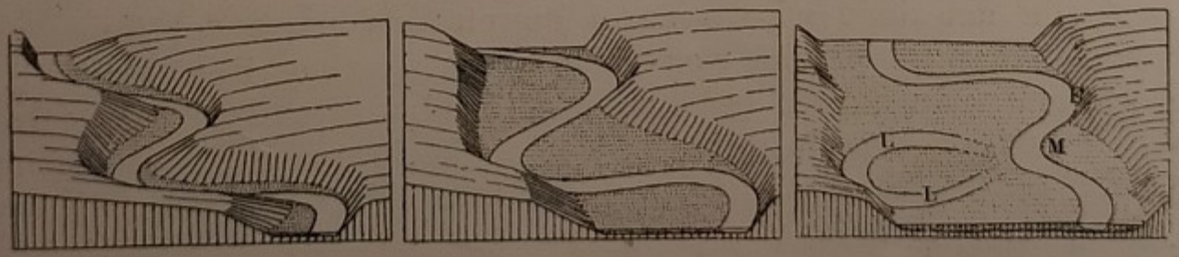


Fig. 268. — La larghezza d'un fondovalle terrazzato non rappresenta la larghezza del fiume ma l'ampiezza dei limiti di divagazione del fiume con i suoi meandri. M = meandro; L = lanca, residuo di antico meandro ora abbandonato.

6. - **Deiezione.** — Se con l'azione erosiva, solvente, corrodente o di trasporto, le acque dei fiumi tendono ad approfondire l'alveo, con la deiezione di ciò che hanno asportato da altre più alte regioni tendono ad innalzarlo. Il materiale viene quindi abbandonato dove la forza della corrente o condizioni chimiche particolari obbligano le acque a depositarlo o sotto forma di depositi alluvionali o di concrezioni, generalmente calcaree, che cementano i sottostanti depositi alluvionali trasformandoli in compatti conglomerati.

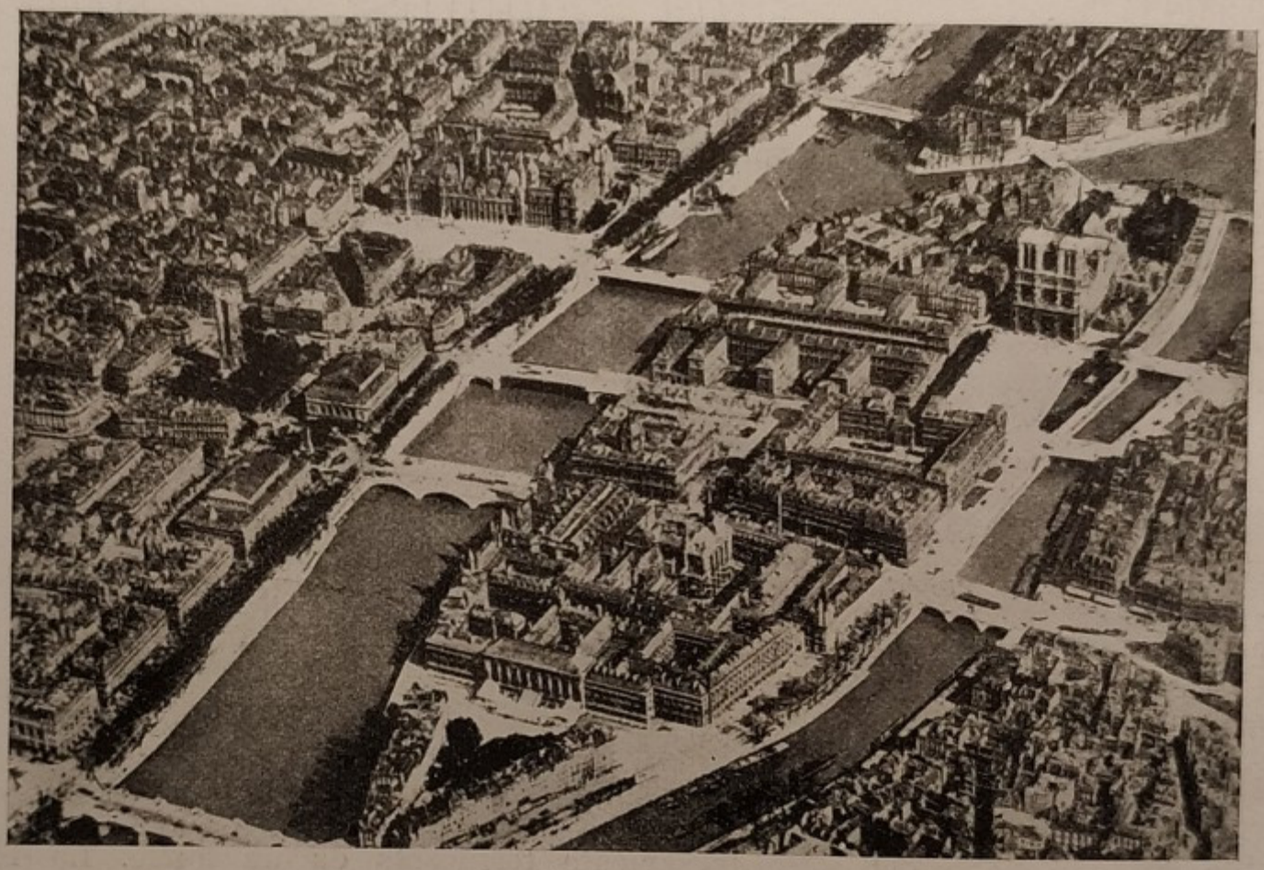


Fig. 269. — La « Cité » di Parigi, l'antica « *Lutetia Parisiorum* » situata un'isola alluvionale della Senna.

Nella deiezione meccanica si esercita da parte del fiume una specie di *cérnita* perché viene abbandonato prima il materiale più grossolano, non ancora ben sminuzzato od arrotondato, con spigoli ancora vivi, poi i ciottoli che hanno già in parte subìta l'azione erosiva, quindi le ghiaie e finalmente le sabbie ed il limo finissimo.

1) Poiché il deposito non è perfettamente orizzontale, dove questo è turgido costituisce in mezzo al fiume dei rialzi sabbiosi chiamati *isole di deiezione* le quali sono quasi sempre allungate a forma di battello.

Fig. 270. — Cono di deiezione regolare costruito da un ripido torrente al suo sfociare nella pianeggiante valle. Breuil del Cervino. (*Fot. Nangeroni*).

Fig. 271. — Il Delta di Toscolano-Maderno sul L. di Garda.

2) *Coni di deiezione.* Quando un torrente sbocca repentinamente in una valle a debole pendenza abbandona le sue alluvioni pure repentinamente in grande quantità sopra ampia superficie determinando un *cono* (o *conoide*) *di deiezione.*

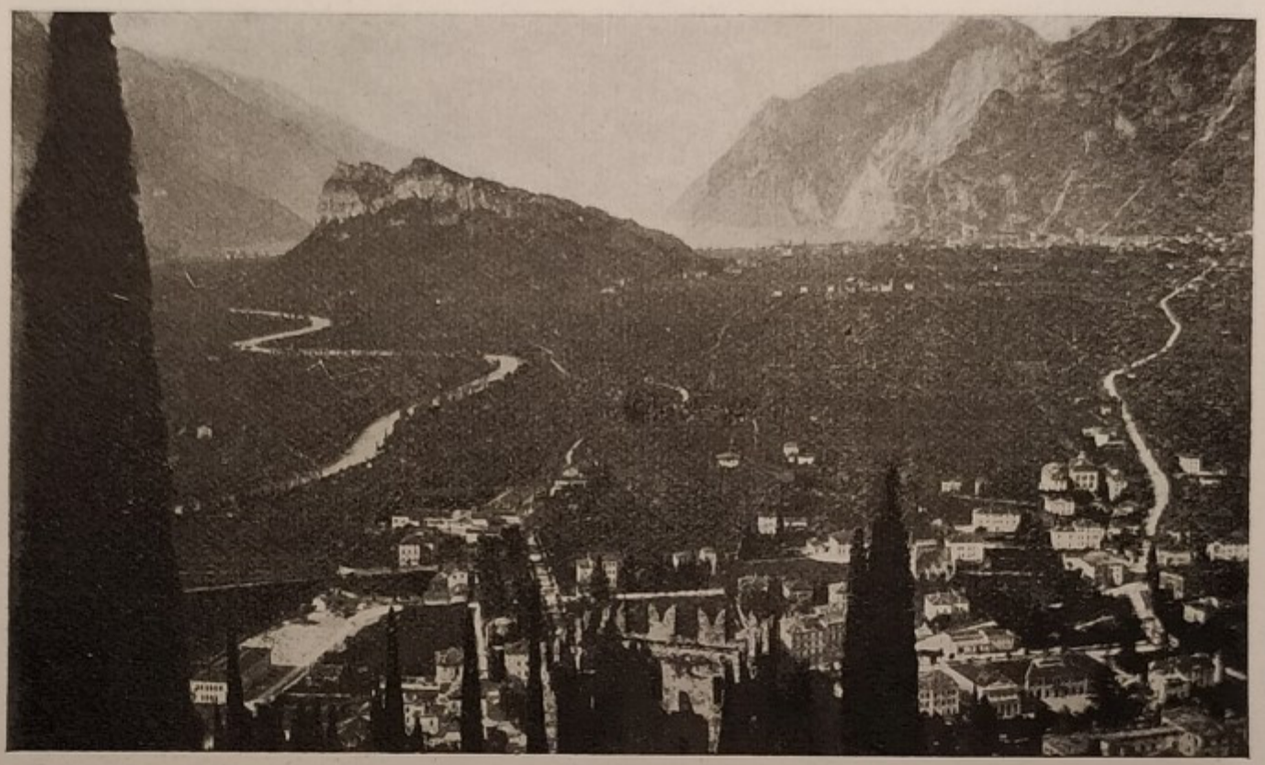


Fig. 272. — La pianura di Arco-Riva costruita dal F. Sarca (il nastro argento a sinistra) con le proprie alluvioni restringendo così sempre più lo specchio del Garda (che si vede sullo sfondo). Quando il Garda giungeva fino ad Arco (= le case in primo piano), il monte che oggi sorge dal mezzo (= M. Brione), tipicamente asimmetrico perché i suoi strati scendono a destra, allora emergeva dalle acque come un'isola. Cipressi! e perciò vegetazione ancora mediterranea, grazie alla benefica influenza delle acque sul clima (*Fot. Pozzini, Riva*).

Queste conoidi sono molto importanti, perché è su di esse, costituite come sono di terreno disgregato, che la vegetazione può molto bene svilupparsi e che gli uomini pongono di preferenza le loro sedi di fondo valle, sia perché allo sbocco di valli minori, sia per la vegetazione ed il terreno disgregato coltivabile, sia perché un po' rialzati sopra il fondo della valle principale che è pericoloso nei giorni di piena. Notissimi sono i coni di deiezione che occupano il fondo della valle dell'Adige sopra Merano, della Valtellina, della Valcamonica, ecc.

3) *Delta lacustri.* Altre conoidi sono i delta lacustri, sempre molto ben conformati in causa della non rilevante attività distruttrice delle tranquille acque lacustri.

Questi delta, destinati in un primo tempo a suddividere il lago in tanti laghetti staccati ed alla fine a totalmente interrarlo, sono occupati da fiorenti villaggi, sia perché situati allo sbocco di valli laterali (commerci, fiere), sia

perché comunemente passati dalle attuali vie di comunicazione (ferrovie, strade) quindi sedi di commerci e di industrie piuttosto che ad economia agricola. Famosi sono i delta: del Rodano, del torrente Maggia (Locarno), di Maderno (Lago di Garda), di Menaggio, Bellano, Dervio e Mandello (Lago di Como), quello doppio di Lesa (L. Maggiore), ecc. Il delta della Kander, su cui giace Interlaken, ha separato il lago di Thun da quello di Brienz, un tempo congiunti; quello della Toce ha isolato il lago di Mergozzo dal L. Maggiore; quello dell'Adda, il laghetto di Mezzòla dal L. di Como, ed altri torrenti a sud di Lecco hanno sezionato in due o tre specchi l'antico unico specchio terminale del ramo di Lecco.

4) *Penisole di confluenza.* Sull'angolo di confluenza di due fiumi spesso si forma una penisola di alluvione che chiamasi naturalmente penisola di confluenza.

Fig. 273. — La confluenza del Noce (destra) e dell'Avisio (sinistra) nell'Adige. Sullo sfondo la nebbia degli stabilimenti di Trento. Da Fai (Paganella). (*Fot. Nangeroni*).

Importanti centri sono sorti presso l'apice di penisole di confluenza. Così Mannheim dove il Neckar sbocca nel Reno, Pittsburg alla confluenza di due fiumi costituenti l'Ohio, Passau dove l'Inn sfocia nel Danubio, ecc. Sono punti obbligati di concentrazione del commercio.

5) *Fiumi pénsili.* Se la deiezione è maggiore dell'azione erosiva, e specialmente se il terreno è permeabile per cui l'acqua facilmente si perde tra le ghiaie sottostanti e non può quindi esercitare l'azione di trasporto sui ciottoli, ghiaie, ecc., il letto va sempre più innalzandosi rispetto alla pianura circostante e si ha in tal caso un fiume pénsile. Il Po si trova in queste condizioni in vicinanza del mare; ed i suoi straripamenti, se da un lato sono molto dannosi alle colture intensive (barbabietole, ecc.), sono d'altronde molto utili inquantoché colmano le paludi trasformando piani acquitrinosi e torbosi in fertili pianure.

Fig. 274. — Un fiume pénsile, rispetto alla pianura su cui corre, per continuo apporto di alluvioni (fiumi della pianura emiliana; Po presso il mare; Mississippì, ecc.), e per ciò causa di grandi e disastrosi allagamenti.

Gli argini per quanto utili sono palliativi perché: 1) impediscono il colmaggio e quindi la bonifica naturale; 2) le rotte non troppo improbabili nonostante la presenza di argini, riescono immensamente più dannose, ed allora 3)

Fig. 275. — Deposito di ghiaia e argilla abbandonata dalla Dora sul fondo della Valle d'Aosta per straripamento. (*Fot. Brocherel*).

l'acqua, cessata la piena, non potendo più rientrare nel letto, rende il terreno paludoso; 4) sovente il materiale alluvionale innalza sempre più l'alveo e si rende quindi necessario anche un corrispondente innalzamento di argini ogni anno; il più delle volte però, per la cresciuta velocità, le ghiaie vengono trasportate fino al mare determinando regioni a pianure acquitrinose, salate (valli usate per l'allevamento d'anguille, granchi, mitili, ostriche, ecc.). Così il Po, dal tempo del suo incanalamento si è avanzato nel mare di m. 200 circa all'anno, nonostante che la spiaggia veneta sia in un periodo di continuo abbassamento bradisismico.

6) *Meandri*. La frequenza ed irregolarità di spessore dei depositi alluvionali nel letto del fiume è la causa principale dei meandri, caratteristica delle regioni di pianura.

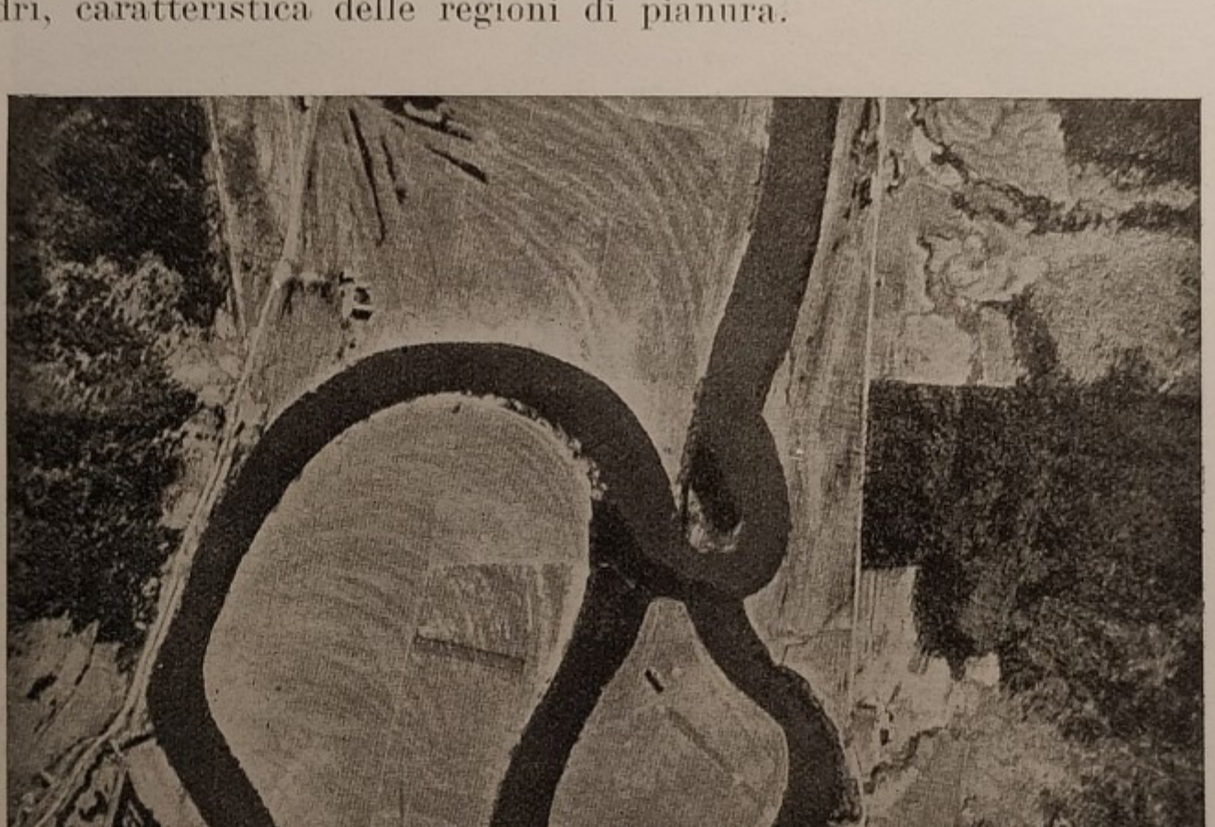


Fig. 276. — Meandri di un fiume americano visti da velivolo. Si noti la presenza della lanca (= gora) oramai abbandonata e quasi morta in seguito alla rettificazione operata nel punto di maggiore strettura della vecchia ansa; e così la stretta penisola è diventata un'isola di erosione. Pensate alle complicazioni private e politiche che ne derivano dal passaggio di un lembo di terra (vecchia penisola) dall'una all'altra sponda (isola di erosione).

Se le radici del meandro sono molto vicine, è facile che durante una piena la corrente tagli il meandro alla base *rettificando* il corso.

E così la *penisola* primitiva diventa in un primo tempo *isola di erosione*, e poi, per inaridamento della *lanca*, piana terraferma.

7) *Delta e estuari.* Le regioni di sbocco dei fiumi nel mare chiamansi delta. Il delta può essere *positivo* o *negativo* a seconda che la forza delle acque marine è minore o maggiore delle acque fluviali. Nel primo caso la lingua di terra deltizia avanza sempre più nel mare, con forme le più diverse e strane ma normalmente o a vero

Fig. 277. — Meandri di un fiume in pianura, con: isole di deiezione, penisola divenuta isola di erosione per la rettificazione operata dalla corrente, sponda concava ripida e sponda convessa pianeggiante.

Δ (D = delta greco) o a lingue digitate (F. Mississippì), contribuendo perciò al colmamento del fondo marino; nel secondo caso è il mare che penetra nel fiume spazzandolo dai suoi detriti che trasporta violentemente in aperto mare, e si ha allora un *estuario* (Tamigi). Perciò normalmente i delta veri (quelli positivi) sono una caratteristica dei mari mediterranei e chiusi, mentre gli estuari (delta negativi) degli Oceani. Talora si hanno estuari derivati da bradisismi positivi.

8) *Pianure alluvionali.* Le finissime torbide superficiali, appena abbandonate da un fiume, presso lo sbocco, sono sovente prese dal vento che ne forma delle lunghe dune costiere, o dal mare (correnti. marea, moto ondoso) che costruiscono con esse le barre di foce ed i cordoni litorali. Questi, per quanto

piccoli, fondendosi poi insieme, prima rendono più difficili le comunicazioni delle parti incluse dal rimanente mare aperto, costituendo le *lagune*, che poi, isolate completamente, si trasformano in *marene* salmastre. Queste ultime, per

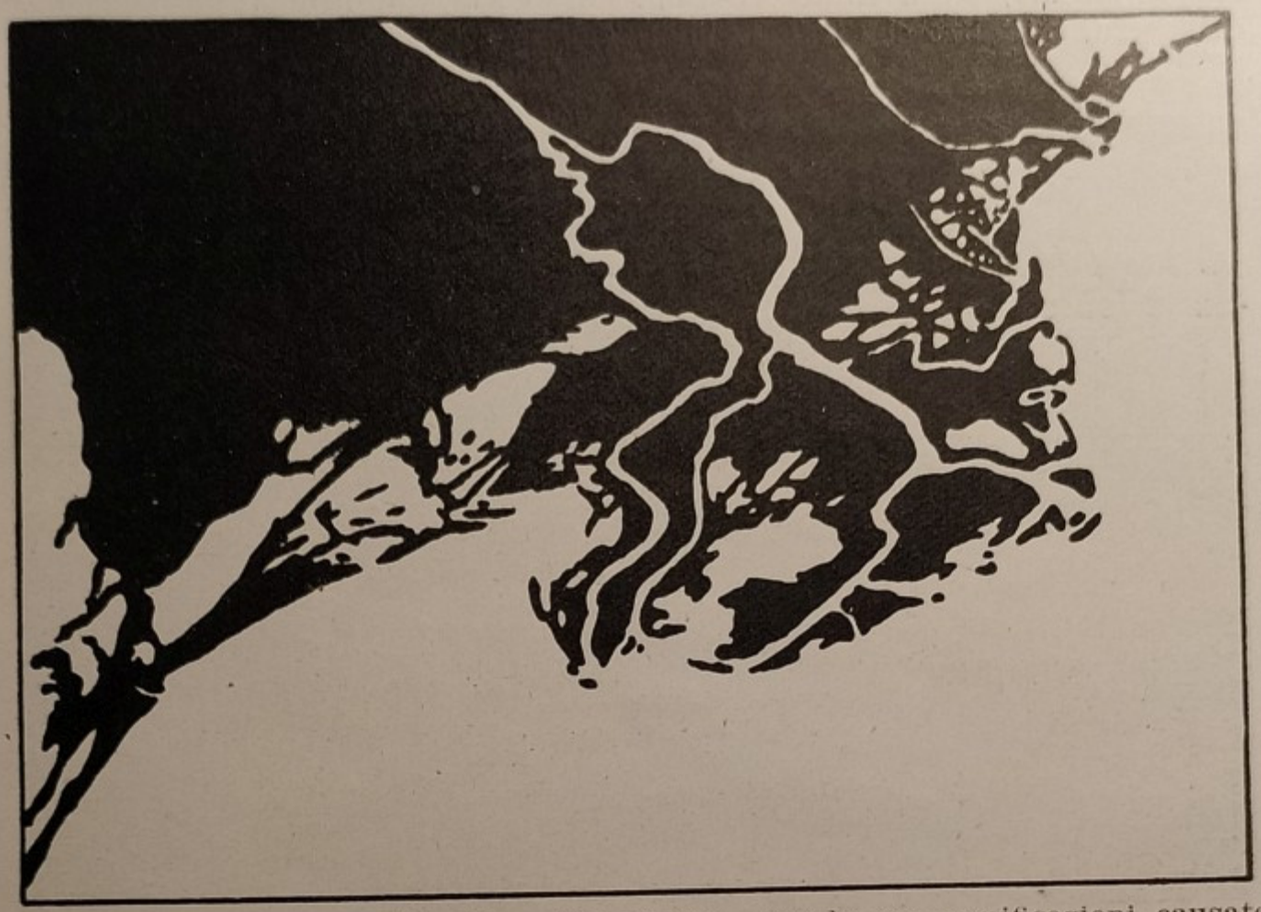


Fig. 278. — Il delta del F. Po nell'Adriatico, con le sue ramificazioni causate dagli ingombri delle gettate abbandonate dallo stesso fiume nei periodi di piena.

gli straripamenti dei fiumi, che danno origine anche a rivi secondari dopo il loro ritiro nell'alveo primitivo e mentre i fiumi stessi si inoltrano con le loro costruzioni sempre più nel mare (nuovi cordoni, nuove lagune, nuove marene)

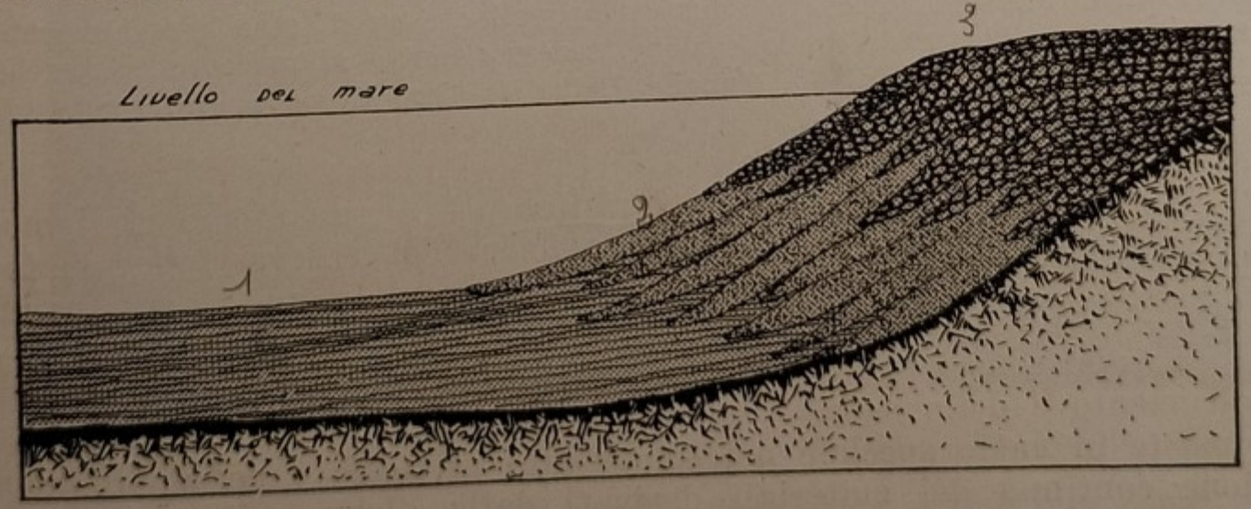


Fig. 279. — Sezione schematica di un delta lacustre o marino: argille (1) largo; sabbia (2); ghiaie sabbiose in lenti (3).

diventano *valli* di acqua quasi normale, poi *paludi*, *terreni torbosi* e surtumosi (ballerine) ed alla fine, per colmaggio completo da parte da alluvioni o vegetazione palustre (canne, muschi, alghe calcinarie, ecc.) *pianure vere e proprie*, sempre più ampie e livellate col tempo dai venti, dalle divagazioni del fiume e dall'opera, tutt'altro che trascurabile, dell'uomo.

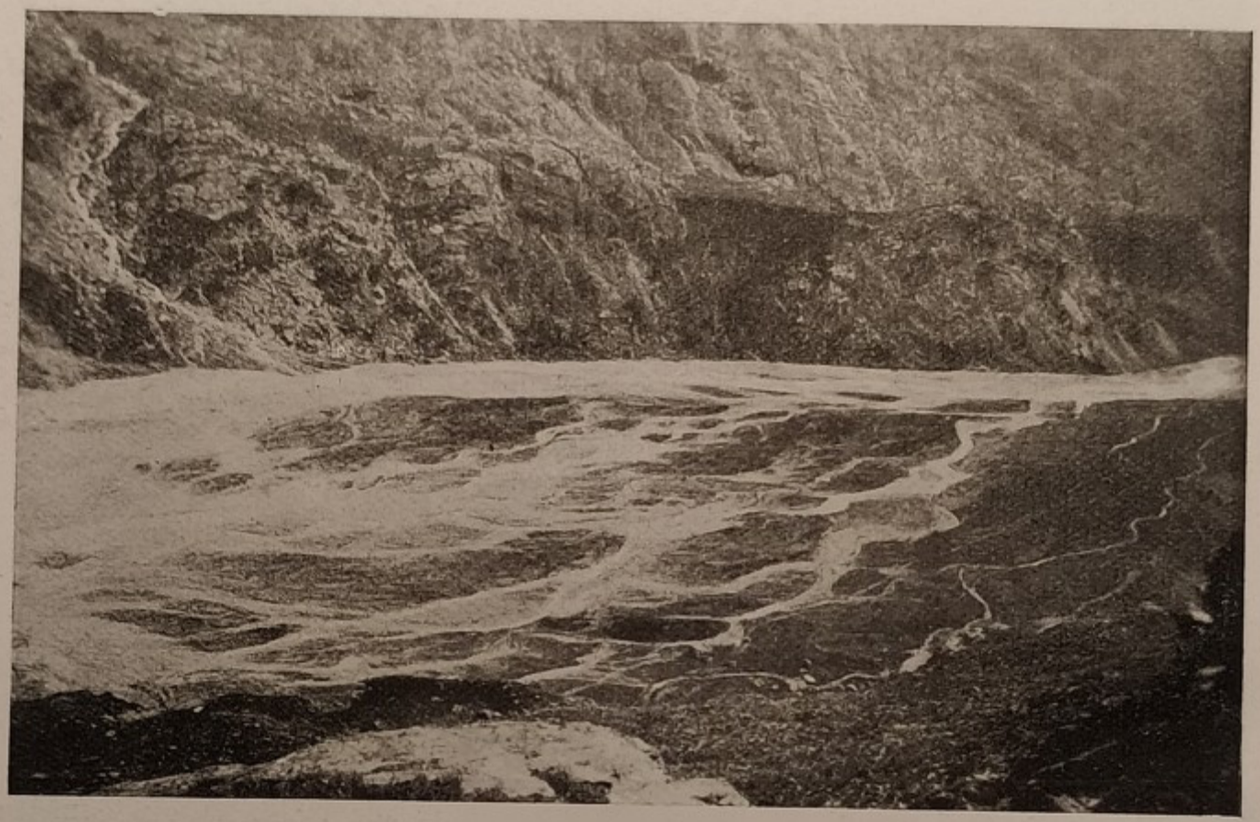


Fig. 280. — Antico lago alpino ormai colmato dalle alluvioni deposte da un fiume proveniente da ghiacciai: il Piano di Campo Moro, m. 1900, in Valtellina, dall'Alpe Fellaria. (*Fot. Nangeroni,* 1930).

È questa l'origine delle pianure alluvionali che tanta importanza hanno avuto nello sviluppo della città dei vari popoli che su di esse hanno trovato facili sedi, facili vie di comunicazione, terreno adatto all'agricoltura, perché disgregato e scomposto (Nilo, Gange, Hoang-Ho, Po, Mesopotamia, ecc.).

7. - **Ciclo di un bacino idrografico.** — A suo tempo ci siamo soffermati molto sulla degradazione fisica del rilievo determinato dagli agenti meteorici generali, perché lavorando questi su ampie superfici rappresentano i veri modellatori del rilievo.

I fiumi sono i primi fattori che danno le linee fondamentali del solcamento e dello sminuzzamento del rilievo; ma la loro attività consiste in modo speciale nel solcamento verticale e nella eliminazione continua dei materiali derivati dalla disgregazione operata dagli altri agenti esogeni, specialmente fisici. Sono questi agenti meteorici generali, invece, che arretrano i versanti allargandone sem-

Fig. 281. — Paesaggio senile dei Monti Metalliferi (Erzgebirge); quale diversità da quello seguente! Ma a ben considerare anche quello era uniforme (= uniformità di altitudine delle cime) e solo in seguito il sollevamento l'ebbe a ringiovanire provocando una maggiore attività erosiva torrentizia.

Fig. 282 — Ed ecco invece la morfologia montana d'una regione giovane: cime dalle forme diseguali, valli profonde, ecc. Tuttavia si può anche supporre che si tratti d'un'antica regione pianeggiante, e cioè resa senile, e in seguito sollevatasi di molto e perciò ringiovanita. Le dolomiti dell'Ampezzano viste dalla Marmolada. (*Fot. Ghedina - Cortina*).

pre più il solco, ed allungandolo anche nelle sue origini, in modo che lo stretto bacino torrentizio va retrocedendo a monte. Forse le stesse fratture hanno talora una attività diretta nello smembramento di un rilievo; ma la causa di gran lunga maggiore è l'azione meteorica fluviale e generale. Le attuali forme esterne dei rilievi hanno ben poco in comune colle primitive strutture; il dinamismo esogeno (inteso questo nel senso più generale: torrenti, ghiacciai, calore solare, vento, gelo) ha cancellato da tempo le tracce delle superfici fondamentali e ne ha ricavato le forme che noi oggi vediamo.

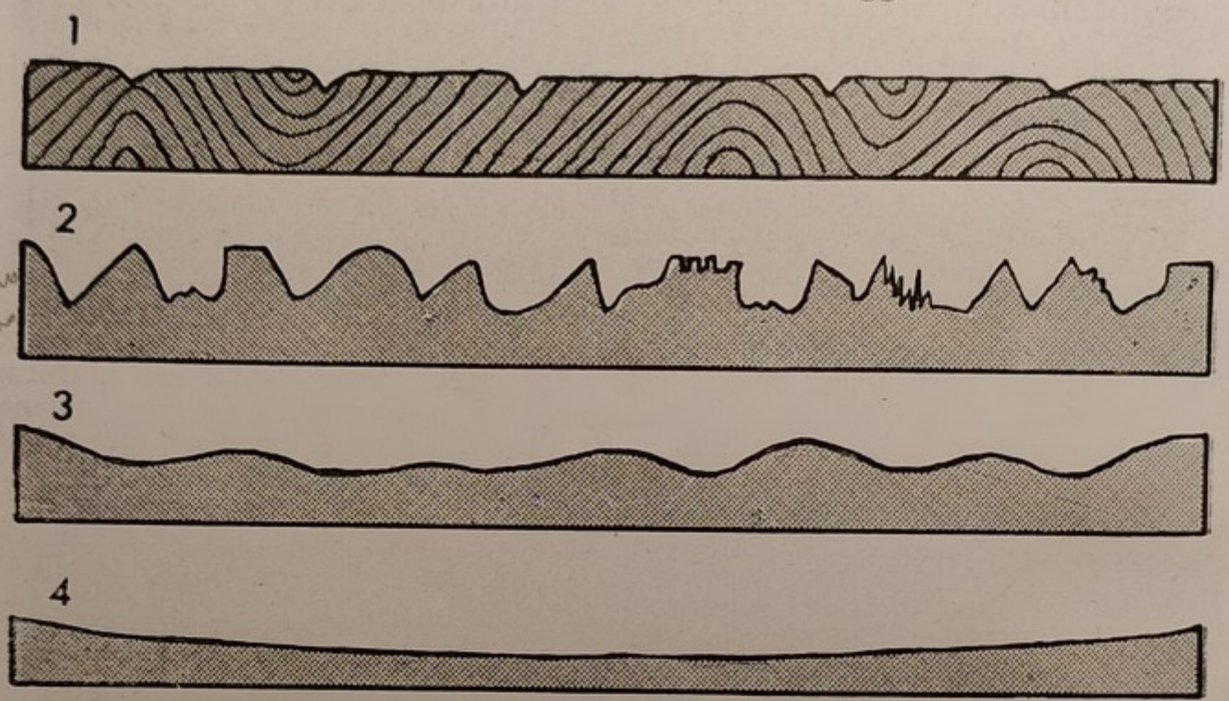


Fig. 283. — Evoluzione d'un rilievo.
1. Regione spianata (= senile) e sollevata. - 2. Fase giovanile della stessa. 3. Fase matura. - 4. Fase nuovamente senile.

Esaminiamo schematicamente come una rilievo d'origine endogena viene trasformato per l'attività degli agenti esogeni.

1) Mentre le masse emergono dallo specchio marino i primi torrenti trasversali, seguendo la linea di maggior pendenza, iniziano subito la loro azione di vero solcamento, aiutati in ciò da tutti gli altri agenti esogeni che allargano il solco torrentizio ed abbassano le cime che si vanno individuando. Si vengono così a formare gli abbozzi delle coste e del rilievo nelle tre linee elementari (che sono: il monte, il piano, la conca). Siamo nello *stadio infantile* di un bacino idrografico e di un rilievo, perché una buona parte del paesaggio è ancora dato dalle forme primitive del rilievo prima del sollevamento, forme che possiamo ritenere, per maggiore comodità di studio elementare, fossero quasi pianeggianti.

2) In un secondo stadio i corsi d'acqua, approfondendo il loro letto, aumentano la superficie d'impluvio; i solchi vallivi, effetto dei torrenti, coll'approfondire accentuano il rilievo e moltiplicano le proprie diramazioni in affluenti sempre di minor numero; si moltiplicano le linee di displuvio, il solco

Fig. 284. — La uniformità di altitudine delle cime e delle creste nella regione alpina; cime intagliate da circhi e da spianate glaciali. Alta Val Masino dalla Cima Castello (sinistra) al Sissone (destra). Non dà forse l'idea d'una antica regione pianeggiante (e cioè un tempo quasi ridotta al livello del mare), smembrata in seguito per l'azione torrentizia e meteorica causata da ringiovanimento (= sollevamento della regione?). (*Fot. Bin.*).

Fig. 285. — Mare di nuvole in Val di Fassa all'altezza di metri 2000 circa. Tale aspetto doveva avere la regione alpina (valli larghissime, cime poco elevate) prima dell'invasione glaciale o, meglio, prima del sollevamento preglaciale che ha determinato il ringiovanimento alpino.

non ancora ben regolarizzato presenta alternanze di salti e pianori, di cascate e meandri; essendo maggiore l'attività torrentizia rispetto a quella meteorica generale, le valli sono piuttosto strette, e le cime permangono, molto più che nelle fasi precedenti e seguenti, ben lontane dal fondo della valle, che va invece molto approfondendosi. Siamo nello stadio di *giovinezza*, lo stadio in cui si trovano ora le Alpi.

3) Giunge finalmente il tempo in cui ogni fiume della catena in esame ha raggiunto il suo equilibrio verticale (quando, cioè, la erosione eguaglia la deiezione). Siamo nella fase di *maturità*: il solco torrentizio decresce dalla sua fase erosiva in profondità, e si lascia sorpassare in attività dalla degrada-

Fig. 286. — Il Nilo, lunghissima oasi sul deserto egiziano, nelle vicinanze del Cairo.

zione meteorica generale, per cui il dislivello fra cime e fondo va diminuendo, e le stesse cime più basse oramai soggette maggiormente all'attività chimica delle acque che alla ativtà fisica grossolanamente degradante, vanno assumendo delle linee generali forme e declivi meno ripidi che nella fase precedente.

4) Il bacino idrografico si avvia da questo punto alla vecchiaia, alla senilità. Per quanto il profilo di equilibrio sia stato raggiunto, il torrente si allunga ancora ai suoi due estremi: verso il mare con le gettate deltizie, ed a monte per la normale regressione dei piccoli bacini di raccolta. Gli spartiacque diven-

gono meno definiti e meno taglienti, le creste si arrotondano, la precipitazione atmosferica diminuisce, il detrito rimane. Si giunge così all'annullamento quasi completo del rilievo iniziale, a pianura leggermente ondulata, mal definita, a fiumi divaganti che si perdono in laghi o in poco profonde paludi. La regione è *senile*.

Se una simile regione si dovesse sollevare, ricomincerebbe un nuovo ciclo. Le nostre Alpi, ad esempio, pare che nel periodo pliocenico avessero già raggiunto una fase matura o addirittura senile (e la uguale altitudine di numerose cime vicine, costituite dai più diversi tipi di roccia disposti nei più diversi modi, starebbe a dimostrare una antica superficie quasi livellata); un forte sollevamento immediatamente preglaciale ha ringiovanito le sue forme e i suoi bacini idrografici.

Fig. 287. — Un fiume canadese nel Manitoba.

10. - **I fiumi e l'uomo.** — I fiumi sono importantissimi per l'uomo. Infatti:

1) dopo aver raccolto le acque superficiali di dilavamento le *distribuiscono più regolarmente* sia con la imbibizione, sia con gli straripamenti, sia per l'assorbimento da parte delle piante; molta parte viene poi ridata all'atmosfera, donde le piogge ed i corrispondenti benefici per l'agricoltura; gli uomini poi con i canali artificiali hanno aumentato il potere di distribuzione dei fiumi.

2) Sono le *prime e più facili vie di comunicazione* o navigazione od un mezzo di concorrenza, specialmente dove la costruzione di reti ferroviarie si renda difficile per il terreno (Russia). Anche per questi usi l'uomo ha provveduto alla costruzione di canali (Germania, Russia). È su di essi (dove specialmente i fiumi si restringono e dove sono guadabili), che si sono fondate le più importanti città. Rappresentano però certo anche ostacoli naturali alle vie di comunicazione o agli scambi.

3) I fiumi per il loro moto di discesa, rappresentano una grande forza latente che viene facilmente trasformata in *energia* attuale nei mulini e negli impianti idroelettrici.

4) *Politicamente* ogni fiume è un tutto *indivisibile,* con parti dipendentissime; perciò deve essere tutto posseduto da un solo Stato ,a meno che sia molto lungo e sia abitato da popolazioni molto diverse; in tal caso c'è la tendenza a renderlo internazionale.

Vigevano, 2 marzo 1939 - XVII

Im - 3 - 1939 - XVII

CAPITOLO LXII

Azione della neve e dei ghiacciai sul modellamento della superficie terrestre

1. - **Innevamento.** — Nelle regioni e nei periodi in cui la temperatura trovasi di qualche grado sotto zero, le precipitazioni avvengono sotto forma di neve, la quale è costituita da fiocchi di cristallini di ghiaccio finemente intrecciati e più o meno leggeri secondo la loro porosità (= spazi e aria). In generale, a parità di precipitazioni, la quantità di neve caduta e la durata dalla persistenza sul terreno, aumenta con la altitudine e con la latitudine (è cioè in funzione inversa della temperatura). La copertura di neve nelle regioni fredde ha un influsso benefico sulla vegetazione perché protegge dal gelo e perché, con il sopraggiungere dei primi calori, rifornisce continuamente d'acqua tutto il terreno attorno.

2. - **Valanghe.** — In montagna, la forte ripidità dei versanti associata con l'accumulo eccessivo di neve o la fusione di nevi a contatto delle rocce o nella stessa massa nevosa, è la causa precipua delle *valanghe* invernali e delle *lavine* primaverili.

3. - **Limite delle nevi persistenti.** — *Chiamasi limite delle nevi persistenti* (meno bene dire: nevi perpetue) *la linea altimetrica immaginaria che separa la zona in cui la neve persiste sul suolo per tutto l'anno da quella che almeno per qualche giorno rimane priva.* I principali fattori (climatici) che influiscono sull'altezza di tale limite sono la *temperatura* e le *precipitazioni;* aumentando la temperatura, il limite si innalza, aumentando le precipitazioni, il limite si abbassa. Poi altri fattori, d'indole locale, e cioè: la *ripidita eccessiva* delle pareti, canaloni e cime, che priva queste rapidamente delle nevi, le quali vanno invece ad aumentare la quantità di neve

di precipitazione diretta sui più lenti pendii inferiori: la *esposizione al Sole,* in relazione alla pendenza della superficie; il *vento,* che ha una grande importanza nello spazzare le cime e le bocchette dalla neve per abbandonarla negli angoli sottovento.

Guardate una catena di monti subito dopo una nevicata che non abbia raggiunto la pianura: vedrete netta una linea di separazione tra la candida zona coperta di nevi e quella lasciata libera; ma se osservate dopo alcuni giorni, la linea si è fatta molto irregolare: qua è discesa, in corrispondenza di canaloni e valanghe, là è salita per la intervenuta fusione. In conseguenza dei fattori climatici (piovosità e temperatura) la linea dovrebbe mantenersi molto regolare, ma in conseguenza degli altri fattori locali, diviene sempre più irregolare.

Sulla Terra si hanno i seguenti dati fondamentali distribuiti secondo la latitudine: Rouvenzori (0°): m. 4500; Ande del Perù (16°): m. 5500; Imalaia (30°): m. 5000; Caucaso (43°): m. 3500; Alpi (46°): m. 2900; Norvegia (60°): m. 1600; Groenlandia (75°): m. 100; Svalbard (78°): m. 50. Nelle regioni antartiche il limite si abbassa al livello del mare.

Al disopra del limite delle nevi rimane ogni anno una certa quantità di neve residua; e così lo spessore aumentando, la zona alpina situata sopra il limite verrebbe in pochi secoli ricoperta da un unico manto di ghiaccio senza traccia di cime emergenti. Ma a impedire ciò intervengono i *ghiacciai* i quali sono originati dalle nevi residuate ogni anno (al di sopra del limite delle nevi persistenti) e trasformate col tempo in ghiaccio.

4. - **Ghiacciai.** — Un ghiacciaio può essere così definito: *una massa di neve e di ghiaccio in cui si possono distinguere due parti: una, elevata, sulla quale si accumula più neve di quella che può sciogliersi* (detta bacino collettore) *ed un'altra, più bassa, in cui si può sciogliere più neve di quanta se ne accumula* (detta bacino **ablatore).**

Il difetto di neve che si riscontra nella seconda trova un compenso nel movimento di discesa della massa ghiacciata che si produce dal bacino collettore all'ablatore.

Il bacino collettore è sempre coperto di neve e costituisce il *nevaio* (1), mentre su quello ablatore in piena estate affiora il ghiac-

(1) È opportuno distinguere i *nevai,* i quali costituiscono la zona di alimento dei ghiacciai, dai semplici *campi di neve,* i quali durano al più sino al tardo autunno, od anche qualche annata senza però dare origine a ghiacciai di sorta.

Fig. 288. — Tipica stratificazione d'un ghiacciaio alla sua fronte appiattita. La forma curva degli strati in superficie rispecchia la maggior velocità del filone centrale. Gh. del Duca in Valtellina. (*Fot. Nangeroni*).

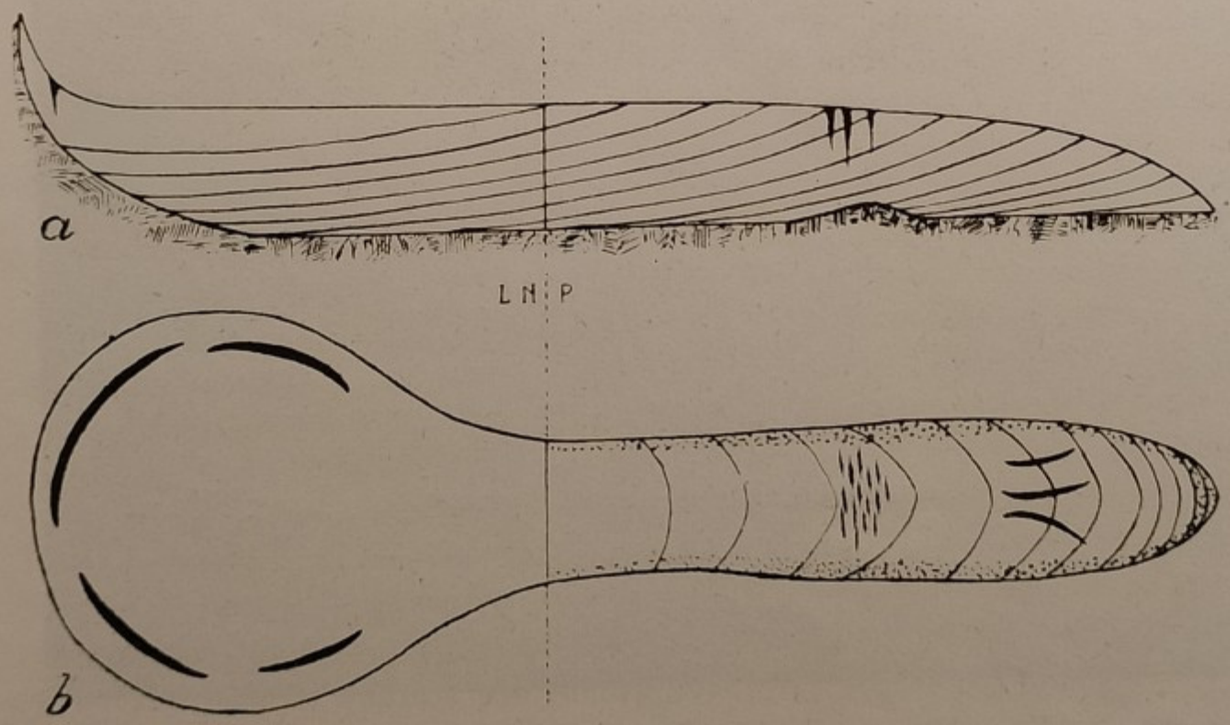


Fig. 289. — Diagramma di un ghiacciaio visto in sezione longitudinale (a) e in proiezione orizzontale (b). Esaminare: l'emergere degli strati di neve solo in corrispondenza del limite delle nevi persistenti (L.N.P.); i crepacci periferici, quelli trasversali in corrispondenza di dosso roccioso sottostante, e longitudinali verso la fronte: poi l'emergere della morena in cordoni laterali e degli strati di ghiaccio incurvati a forma di lunghe cucchiaie.

Fig. 290. — La « Mer de Glace » formata dai due principali rami del Lechaud-Talèfre (sinistra) e del Gigante (destra), di cui si scorge il Dente. Osservare: le morene mediane di confluenza; lo scomparire del ghiaccio delle minori colate di sinistra per l'assottigliarsi delle lingue sotto il potente manto di morena, i circhi laterali sospesi per avere la colata glaciale maggiore, maggiormente solcata la valle principale. (*Fot. Mittelholzer - Les Ailes et les Alpes, Ed. La Baconnière*).

cio vivo. Un ghiacciaio risulta costituito come da tanti strati sovrapposti, che rappresentano i residui delle nevicate degli anni precedenti cadute sopra il limite delle nevi persistenti e trasformate in ghiaccio per i fenomeni alternativi di fusione della neve e risolidificazione dell'acqua. Tali strati sono tanto più antichi quanto più

Fig. 291. — La « Mer de Glace » che scende da una enorme corona di vette appartenenti al Massiccio del M. Bianco, verso Chamonix e cioè verso nord. Deriva dalla riunione di tre quattro ghiacciai alpini vallivi: è perciò piuttosto un ghiacciaio di tipo himaliano. Si confronti questo disegno con la fotografia precedente. (Da *Robin*).

sono profondi e quanto più emergono dalla superficie glaciale verso valle.

Scendendo dai nevai, giunti al limite delle n. p. scompare la copertura di neve e incomincia ad affiorare il ghiaccio vivo, prima ancora sotto forma di *ghiaccio bolloso* e poi, ad altitudini inferiori, di *ghiaccio* sempre più *compatto*.

5. - **Movimenti dei ghiacciai.** — Che i ghiacciai siano dotati di movimento lo si deduce dalla loro presenza al di sotto del limite delle nevi; dai cadaveri delle vittime inghiottite nei crepacci e dagli oggetti abbandonati sui ghiacciai (scale, picozze, corde) e ritrovati sullo stesso ghiacciaio molto più in basso o vomitati alla fronte glaciale; da esperienze dirette (classiche quelle iniziate sul ghiacciaio del Rodano nel 1874 con massi colorati allineati). Tutto dimostra: 1) che il ghiacciaio è dotato di movimento da monte a valle; 2) che la velocità è maggiore lungo la linea mediana (filone dei fiumi), nei tratti di maggiore pendenza e nella stagione estiva.

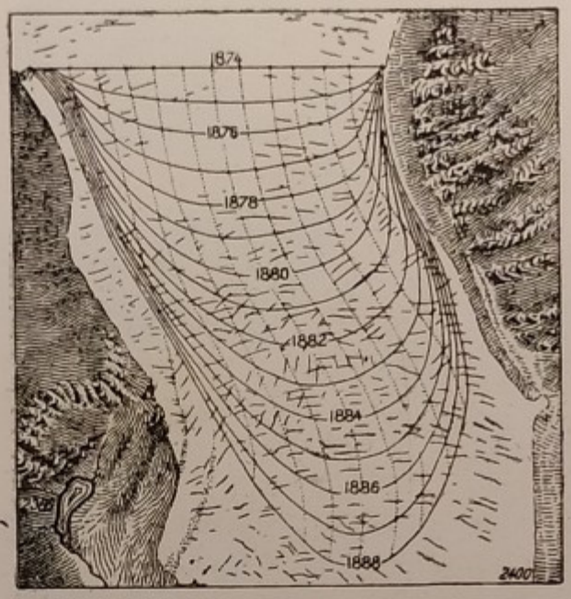


Fig. 292. — Verifica sperimentale del movimento del ghiacciaio (Gh.io del Rodano). La linea retta di massi fissata nel 1874 è diventata sempre più convessa dimostrando così una maggior velocità del centro.

Le cause del movimento sono: anzitutto la *gravità*, poi la *pressione* degli strati recenti superficali del bacino collettore che làminano sempre più gli strati profondi sollecitati così a spostarsi soprattutto verso valle; poi la *pressione* dall'alto da parte della massa superiore e la *trazione* verso il basso da parte della massa inferiore.

Nei ghiacciai alpini la velocità va da pochissimi metri a m. 150 annui, e cioè con un massimo di cm. 45 al giorno.

6. - **Crepacci.** — Sebbene il ghiaccio di ghiacciaio sia alquanto plastico pur tuttavia è anche fragile e la sua fragilità è chiaramente dimostrata dai crepacci o spaccature che interrompono la regolarità della superficie del ghiaccio. Ve ne sono di *trasversali* e di *longitudinali* e la causa fondamentale è data da un mutamento di velocità (sporgenze rocciose sul fondo, gradini di roccia, allargamenti del solco). Sono comuni quelli longitudinali alla fronte; alle origini invece è quasi costante quello cosidetto *periferico* o terminale, ma che meglio si dovrebbe chiamare *iniziale*, determinato dallo staccarsi del nevaio delle rapide pareti rocciose.

L'incrocio di crepacci secondo varie direzioni determina *seracchi*, torri, piramidi, o pinnacoli di ghiaccio, più o meno intensamente modellati a guglie dai venti, dalle acque, ecc. Anche i crepacci si muovono con tutta la massa di ghiaccio. Sono quindi destinati a scomparire per rinsaldatura dei bordi appena oltrepassato il gradino o la bozza rocciosa profonda, e ad ogni modo,

quando sia cessata la causa che li ha determinati, e cioè essi si formano sempre nelle stesse zone (1). Approfitando dei crepacci che giungono talora fino alla roccia di fondo si è potuto misurare direttamente lo spessore delle masse glaciali che, per il ghiaccio dell'Aletsch nel Vallese (lunghezza km. 27) è risultato di m. 480 (valore massimo).

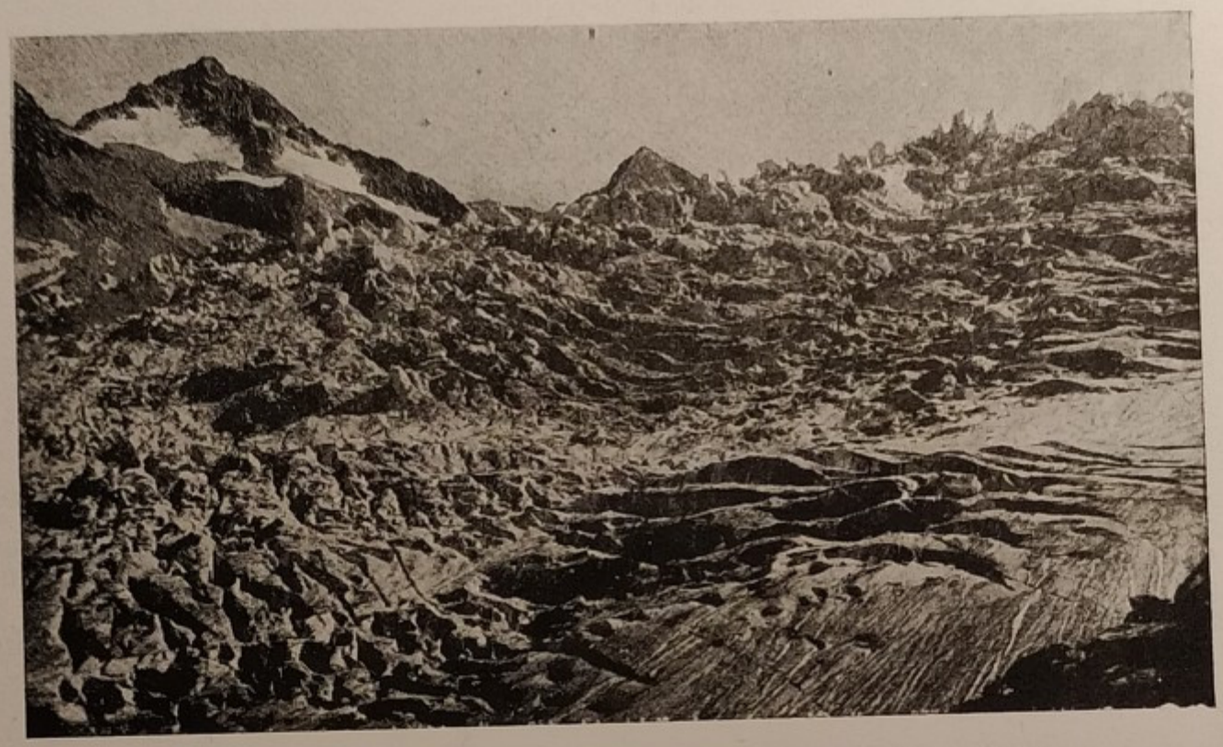


Fig. 293. — La superficie del Ghiacciaio del Mandrone (Adamello) tormentata da innumerevoli crepacci trasversali. (*Fot. Valentini - Trento*).

7. - **Morfologia di un ghiacciaio.** — L'alto *bacino di raccolta* di un ghiacciaio è costituito da una elevata conca dominata tutt'attorno da ripide pareti oppure da una estesa cupola (M. Bianco, ecc.).

Se la massa glaciale scendendo viene a trovarsi rinserrata tra due pareti di uno stretto vallone, gli strati si piegano a conca, e tale disposizione è mantenuta anche quando due o più colate vengono a riunirsi a costituire apparentemente un'unica fiumana, realmente, invece, altrettanto colate aderenti, ma ognuna con la propria individualità. Gli strati medesimi affiorano inoltre, sotto il limite delle nevi, a forma incurvata, con la convessità verso valle per la massima velocità del filone e per la forma a *dorso d'asino* della superficie

(1) Ogni ghiacciaio è percorso per la sua lunghezza da uno o più torrenti superficiali; quando il torrente raggiunge un crepaccio precipita in questo; e se il crepaccio giunge fino alla roccia di fondo è molto facile che le acque precipitando turbinose e ricche di detriti, riescano a scavarvi una fossa circolare; tali fosse si chiamano *marmitte glaciali*. Come si vede non sono dovute direttamente all'azione del ghiacciaio bensì a quella dell'acqua; il ghiacciaio ha avuto azione indiretta preparando un salto alle acque. Famose sono quelle di Nago (Trentino) nelle quali si trovano ancora i ciottoli che hanno contribuito alla tornitura interna della marmitta la quale per di più presenta talora una colonnina centrale di roccia non sufficientemente erosa.

Fig. 294. — L'alto bacino di raccolta del Gh.io dell'Aletsch con lo sfondo della Jungfrau dalla Capanna Concordia (chiamasi Concordia Platz, in omaggio alla omonima piazza di Parigi, il piano di neve dove convergono le 2-3 colate che poi scendono unite a costituire la fiumana delle figure seguenti). (*Fot. Gaberell*).

Fig. 295. — La fiumana glaciale dell'Aletsch guardando verso valle. Sullo sfondo, separate dalla Valle del Rodano, le Alpi Lepontine. La colata sullo sfondo a sinistra penetra un po' sbarrando un torrente e costituendo così il Lago Märjelen. (*Fot. Mittelholzer* - Da « *Les Ailes et les Alpes* ». La Baconnière, Neuchatel).

Fig. 296. — Il Lago di Märjelen formato dallo sbarramento della fiumana glaciale del Gh.io d'Aletsch di cui si vedono le alte origini e la parte mediana. All'estrema sinistra la Jungfrau (m. 4167), poco più a destra la Sella del Mönch, fin dove giunge una delle più alte ferrovie europee (m. 3160). (*Fot. Pianzola*).

Fig. 297. — L'estrema lingua frontale del Gh.io dell'Aletsch che qui giunge dopo 27 km. di percorso. Notevole la morena mediana.

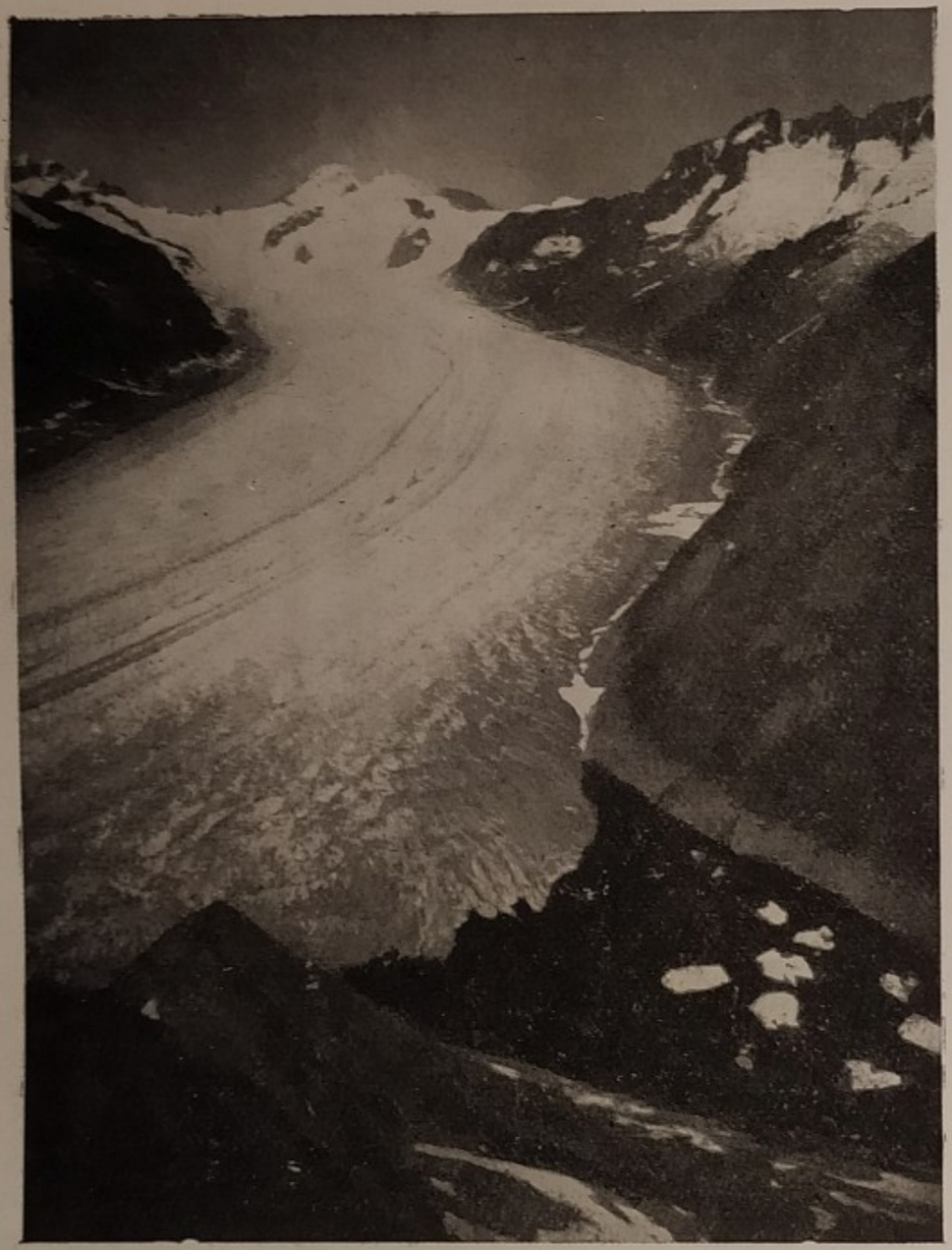


Fig. 296. — Il Lago di Märjelen formato dallo sbarramento della fiumana glaciale del Gh.io d'Aletsch di cui si vedono le alte origini e la parte mediana. All'estrema sinistra la Jungfrau (m. 4167), poco più a destra la Sella del Mönch, fin dove giunge una delle più alte ferrovie europee (m. 3160). (*Fot. Pianzola*).

Fig. 297. — L'estrema lingua frontale del Gh.io dell'Aletsch che qui giunge dopo 27 km. di percorso. Notevole la morena mediana.

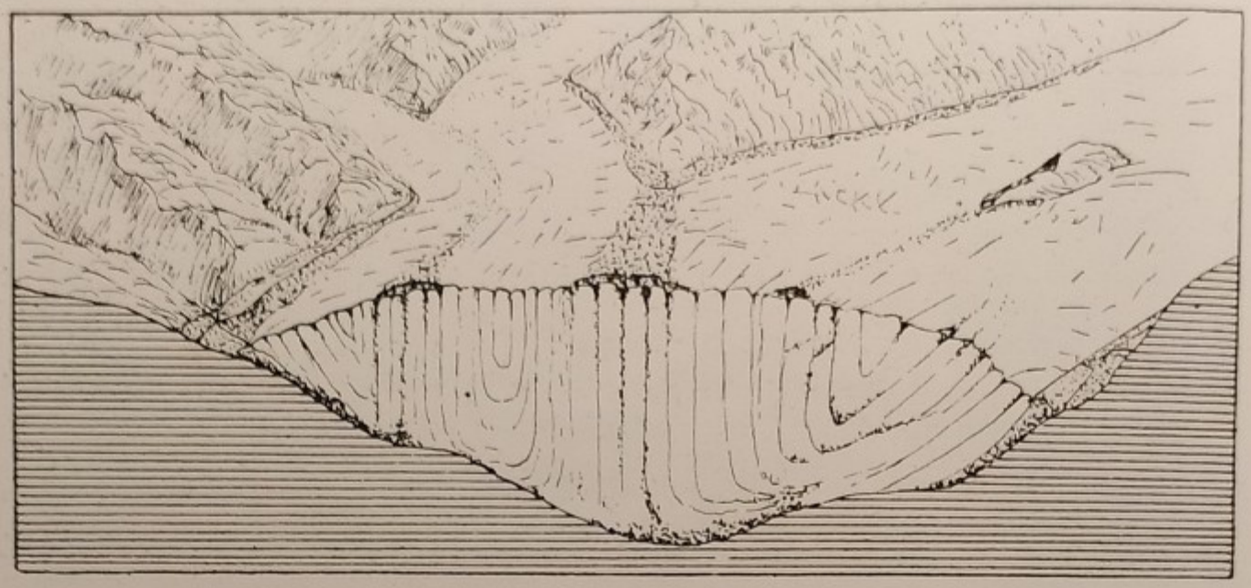


Fig. 298. — Sezione verticale attraverso una lingua glaciale composta di tre lingue. Vedere: gli strati di ghiaccio d'ogni lingua resi concavi dalla compressione; le morene mediane derivate dalla confluenza di altri ghiacciai o da masso roccioso emergente dal ghiacciaio; le morene oramai abbandonate sulle sponde rocciose laterali.

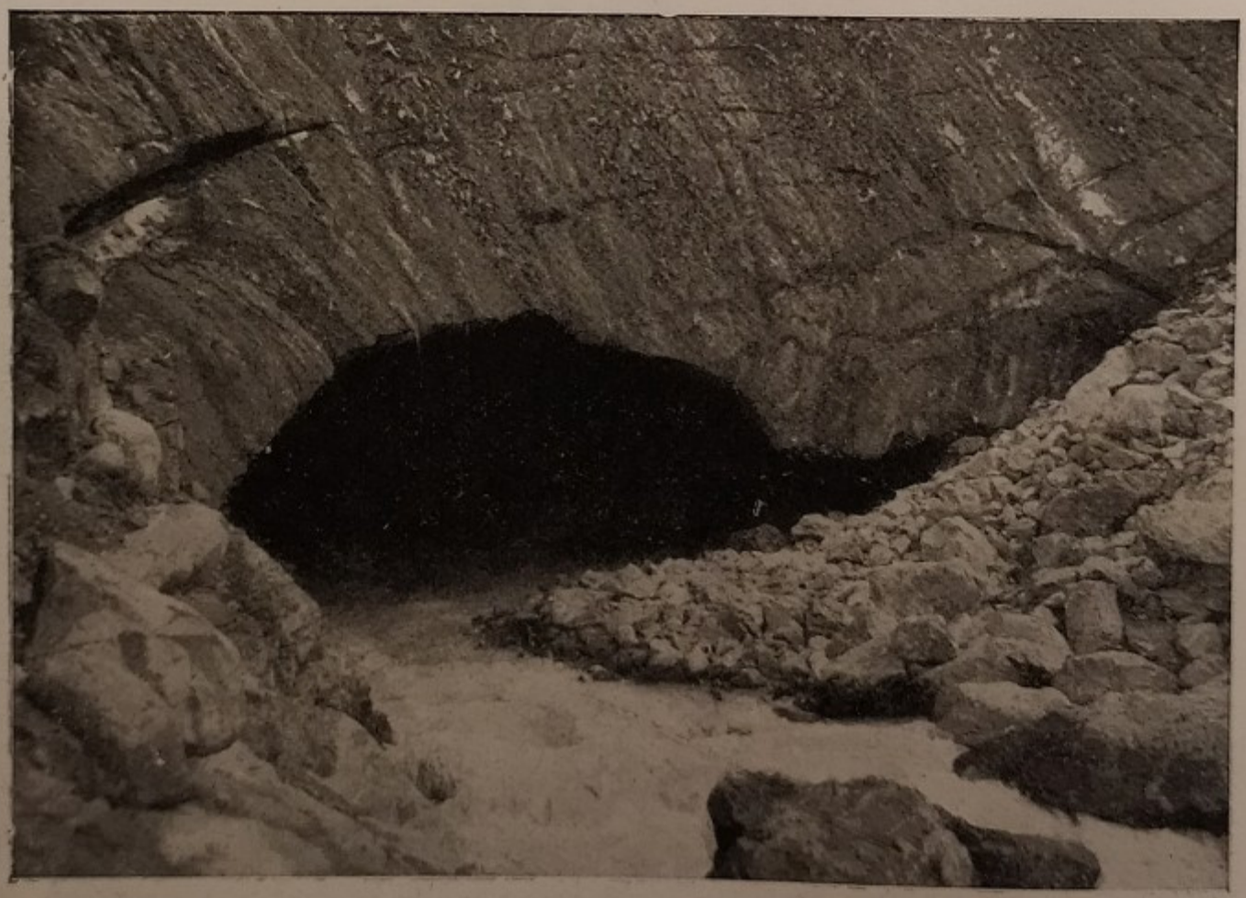


Fig. 299. — Una fronte glaciale con la porta da cui esce impetuoso il torrente subglaciale che raccoglie tutte le acque di fusione precipitate nei crepacci. Si noti la morena di cui è impregnato tutto il ghiaccio. Gh.io Scersen (Valtellina). (*Fot. Nangeroni*).

Fig. 300. — La fronte del Ghiacciaio Prè de Bar (M. Bianco) nel 1929. (*Fot. Capello*).

Fig. 301. — La stessa fronte nel 1934, con la indicazione dei limiti frontali del 1929. Quale ritiro e quale abbassamento in soli 5 anni! (*Fot. Capello*).

glaciale, forma determinata dalla fusione maggiore ai lati in causa dell'irradiazione delle pareti dei versanti. Per cui ogni strato di ghiaccio viene ad assumere, nel caso ideale, la forma di una lunga e stretta cucchiaia, fortemente concava a valle, ampia e pianeggiante a monte. L'emergenza ad ogive è talora resa ben manifesta dal detrito morenico interposto tra strato e strato.

Se una colata glaciale scendendo nel suo solco allungato sbarra una valletta laterale percorsa da un torrente, riesce spesso a sbarrare il torrente determinando così un *lago di sbarramento glaciale* (L. Märjelen su gh. dell'Aletsch).

Al di sotto del l. d. n. p. la forma complessiva (laterale, superficiale, frontale) del ghiacciaio talora è data dalla topografia del terreno che plasma la lingua glaciale, ma nella maggioranza dei casi è data dall'*equilibrio tra la quantità di ghiaccio che vi giunge e quella che fonde o che è sciolta*.

L'ablazione è favorita da molti fattori; principalmente dal calore solare (diretto o irradiato dalle rocce) e dalle acque superficiali interne e profonde che agiscono da solventi.

Le acque derivate escono da uno (*bocca del ghiacciaio*) o da molti punti della *fronte glaciale*, a seconda che questa è ristretta o estesa; i torrenti che ne derivano hanno una portata evidentemente variabilissima da stagione a stagione, da giorno a giorno, da ora a ora. La fronte può essere turgida oppure piatta.

Nei casi normali la *fronte rappresenta una zona di equilibrio;* essa regredisce od avanza, e cioè fonde più a monte o più a valle, a seconda che l'ablazione è maggiore o minore dell'apporto di ghiaccio; il primo caso può essere dato da un aumento di temperatura estiva; il secondo, oltre che da una diminuzione di temperatura, anche da un eccesso di copertura morenica che diminuisca di molto l'ablazione (Ghiacciaio della Brenva al Monte Bianco).

8. - **Tipi di ghiacciai.** — Sulla Terra si trovano i seguenti diversi tipi di ghiacciai in relazione con la loro diversa estensione e con la morfologia della zona montuosa su cui si stendono.

a) *Ghiacciai pirenaici,* o alpini di 2° ordine, piccoli; caratteristici dei Pirenei, ma abbondantissimi anche nelle Alpi; sono erroneamente chiamati anche vedrette; ma vedretta (dial. lombardo-trentino) in realtà è sinonimo di ghiacciaio.

b) *Ghiacciai alpini* p. d., o alpini di 1° ordine, più estesi e provvisti d'una lunga lingua con la quale scendono ad occupare il fondovalle; caratteristici delle Alpi.

c) *Ghiacciai himalaiani,* quando derivano dalla confluenza dei ghiacciai alpini; caratteristici nell'Himalaia, ma esistenti anche sulle Alpi (Mèr de Glace sul M. Bianco).

d) *Ghiacciai scandinavi,* quando occupano un altopiano (ice-field) dal quale tracimano tutto attorno formando come tante colate radiali (iceström) vale a dire un unico bacino di raccolta e molti

Fig. 302. — Un grande ghiacciaio della Catena Canadese dell'Alaska la cui fronte si immerge nel mare nel quale abbandona numerosi icebergs.

Fig. 302. — Un grande ghiacciaio della Catena Canadese dell'Alaska la cui fronte si immerge nel mare nel quale abbandona numerosi icebergs.

bacini ablatori; sono tipici degli altipiani della Scandinavia meridionale.

e) *Tipo groenlandese* e *Antartide*, dato da una grande calotta di ghiaccio rivestente quasi tutto un continente che rimane così seppellito sotto i ghiacciai le cui poche ma amplissime fronti si immergono anche nel mare.

TABELLA DEI MAGGIORI GHIACCIAI ALPINI
(valori di superficie e lunghezza arrotondati)

Ghiacciaio	Superficie in kmq.	Lunghezza in km.	Altit. della fronte in m.	Esposizione Prevalente
Aletsch (A. Bernesi) . .	130	27	1360	S
Gorner (M. Rosa) . . .	67	15	1840	NO
Mèr de Glace (M. Bianco)	55	15	1150	NO
Fiescher (A. Bernesi) . .	41	16	1500	S
Unteraar (id.)	39	16	1880	SE
Roseg (Pizzo Bernina) .	22	7	1070	N
Morteratsch (id.) . . .	21	8	1920	N
Gürgler (Otz)	15	10	2190	N
Gepätsch (id.)	25	10	1910	N
Pasterze (Gross Glockner)	32	10	1950	N
Mandrone (Adamello) . .	14	10	1665	NE

Tra i più imponenti ghiacciai delle altre regioni ricordiamo: nel Pamir, il Ghiacciaio Fedschenko, lungo circa km. 75-80; nel Caracorúm, il Gh. Bàltoro, esplorato dal Duca degli Abruzzi, lungo km. 45, e il Ghiacciaio Siacem, esplorato da S. E. Giotto Dainelli nel 1931, lungo oltre km. 75. Nelle Alpi italiane il più lungo è quello del Mandrone (km. 14; Adamello).

9. - **Statistica glaciale.** — I ghiacciai attuali coprono per lo meno 50 mila kmq. della litosfera emersa, senza contare le terre polari; contando anche le immense calotte della Groenlandia e dell'Antartide, la copertura glaciale raggiunge il 10 % della superficie dei continenti (circa 15 milioni di kmq. contro 150 milioni della litosfera).

Sulle Alpi vi sono circa 3000 ghiacciai, dei quali per lo meno 1000 appartengono al versante italiano; nel complesso occupano una superficie di 3800 kmq.

Una Commissione Internazionale venne creata per lo studio sistematico dei ghiacciai: e il Comitato Glaciologico Italiano (Torino) è tra i più attivi, insieme con il Comitato Scientifico de C.A.I. (Milano).

10. - **Attività dei ghiacciai. Morene.** — Dotati come sono di movimento, i ghiacciai spazzano le montagne del detrito precipitato

loro sopra dai versanti in continuo disfacimento che li circondano, trasportandolo a valle e abbandonandolo dove essi cessano; inoltre modellano e scavano il fondo roccioso e i fianchi tra cui la massa scorre; si hanno due fenomeni che ebbero tuttavia maggiore importanza nell'êra quaternaria (vedi: *Geologia*): 1) *costruzioni moreniche;* 2) *esçavazione*.

Nel bacino collettore il detrito morenico non affiora perché viene facilmente ricoperto e mascherato dalle nevi. Emerge invece sotto il limite d. n. p. in modo *sparso* oppure in *cordoni laterali*. Se due lingue glaciali confluiscono, le due morene laterali si fondono in un'unica *morena mediana*.

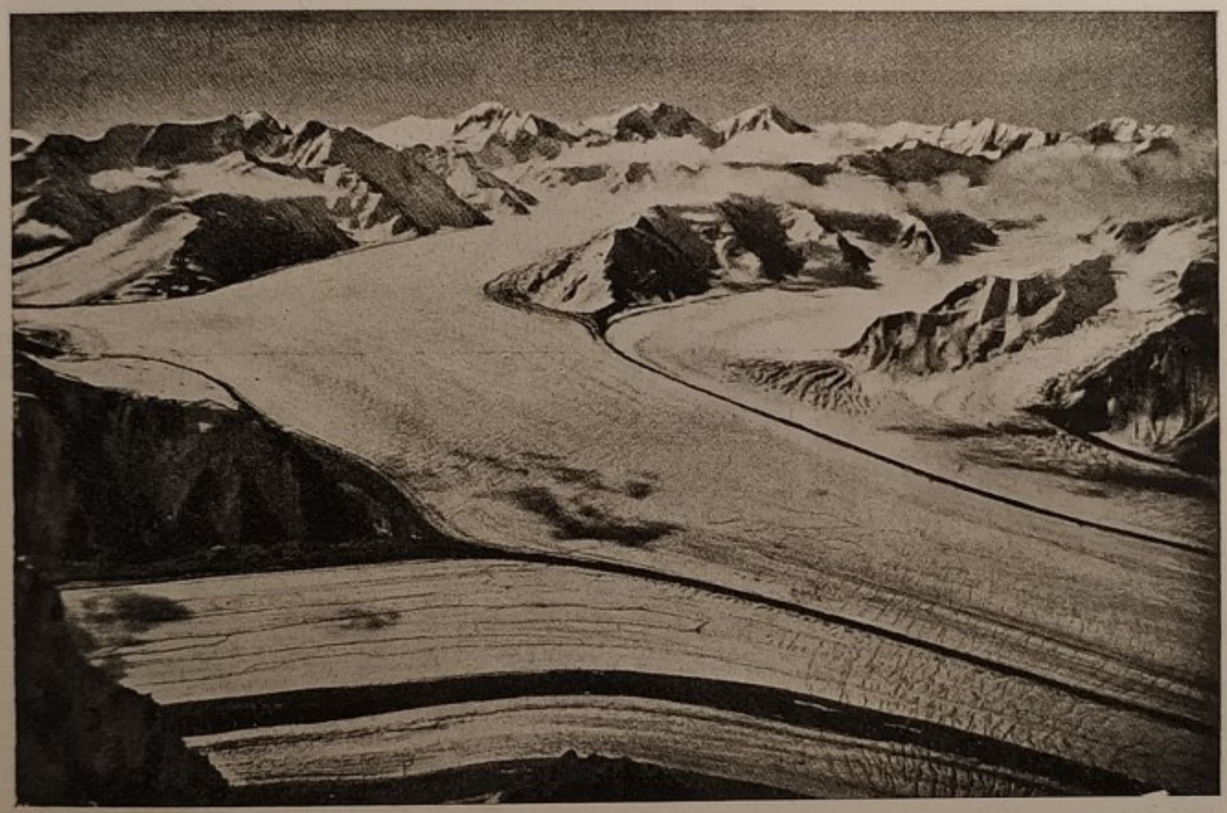


Fig. 303. — Il Gh. Fedscenco (Pamir) visto guardando verso i suoi numerosi bacini d'origine. Qui lo spessore del ghiacciaio è di circa 1000 m. Così si presentavano le vallate alpine nel periodo quaternario quando erano percorse dalle immani colate glaciali che giungevano fino alle pianure circostanti. Morene mediane che si formano alla confluenza di due colate. (*Fot. Rickmer*).

Per la protezione che i giganteschi massi isolati offrono al ghiacciaio, questi determinano la formazione dei *funghi* o *tavole di ghiacciaio*. Il fine detrito sparso favorisce, invece, l'ablazione.

La quantità di morena trasportata non è tanto in relazione con l'ampiezza del ghiacciaio, quanto piuttosto con l'elevazione delle pareti che lo circondano e con la più o meno forte disgregabilità delle stesse.

Fig. 304. — La grande colata di ghiaccio del Gh.io Fedscenco vista guardando verso valle, 75 km. di lunghezza; lo spessore è di oltre 800 m.; in tal modo la valle è quasi colma di ghiaccio che, movendosi, ne scava sempre più il fondo. Esaminare le morene somiglianti a strade che indicano le corrispondenti confluenze dei numerosi ghiacciai d'origine. (*Fot. Rickmer*).

Fig. 305. — Il Gh.io del Roség che scende dal Bernina verso l'Engadina. Si notino: la morena mediana derivata dalla riunione delle due alte colate; le due morene laterali. (*Fot. Wehrli*).

Una piccola parte del detrito morenico proviene anche dal *lavoro di lima* e da escavazione che la morena normale profonda inglobata e trascinata dal ghiacciaio esercita sul fondo roccioso.

Le morene deposte sono costituite da giganteschi massi frammisti a fine terriccio: è per questa disposizione caotica del materiale che le stesse morene, per l'attività erosiva dei torrenti danno origine alle *piramidi di terra* viste sopra. Quando tutto il terriccio sia stato asportato dai torrenti, rimangono i massi più grossi che vengono chiamati *massi erratici* o *trovanti*

Fig. 306. — Una « tavola di ghiaccio » sulla Mer de Glace. L'altezza del sostegno di ghiaccio rappresenta press'a poco l'altezza che qui avrebbe ancora il ghiaccio se non fosse intervenuta la fusione. (*Fot. Brocherel*).

Tutto questo materiale è abbandonato dove avviene la totale fusione del ghiaccio, e cioè ai lati o alla fronte del ghiacciaio. Si vengono con ciò a costituire i rilievi morenici deposti (frontali o laterali) la cui altezza e volume, a parità di altre condizioni, è in relazione col tempo di stasi della fronte e delle sponde. Si avrà la costruzione di archi concentrici (aventi la convessità verso valle), separate da vallette concentriche, se nella regressione glaciale vi fu alternanza di fasi lente (archi) e rapide (vallette): complessivamente un *anfiteatro morenico*. Tra questi depositi morenici si possono costituire *laghetti intermorenici;* altri laghetti si possono formare tra la sponda di ghiaccio e la morena, destinati a scomparire col ritirarsi della sponda glaciale (Gh. Miage al M. Bianco).

Fig. 307. — Il Cervino, versante sud (italiano), circondato alla base dalle morene ancora fresche e sterili abbandonate dai ghiacciai dal 1820 al 1850 sulla roccia già inverdita. (*Fot. Vanni*).

Fig. 308. — Morene antistanti ad un piccolo ghiacciaio di circo abbandonato dallo stesso nell'ultimo secolo (XIX): alta Valle dei Laghetti in Valtellina. (*Fot. Nangeroni* 1929).

Fig. 309. — Il « Sasso Cavallaccio » presso Ispra (L. Maggiore »: un masso erratico proveniente dalle Alpi Lepontine e qui portato, abbandonato dagli antichi ghiacciai. (*Fot. Nangeroni* 1928).

Fig. 310. — Lago di sbarramento morenico: tipica è la morena, ormai bene inverdita, che ferma le acque come una grande e alta diga. Lago dei Pesci a m. 2350 in Valtellina. (*Fot. Nangeroni*).

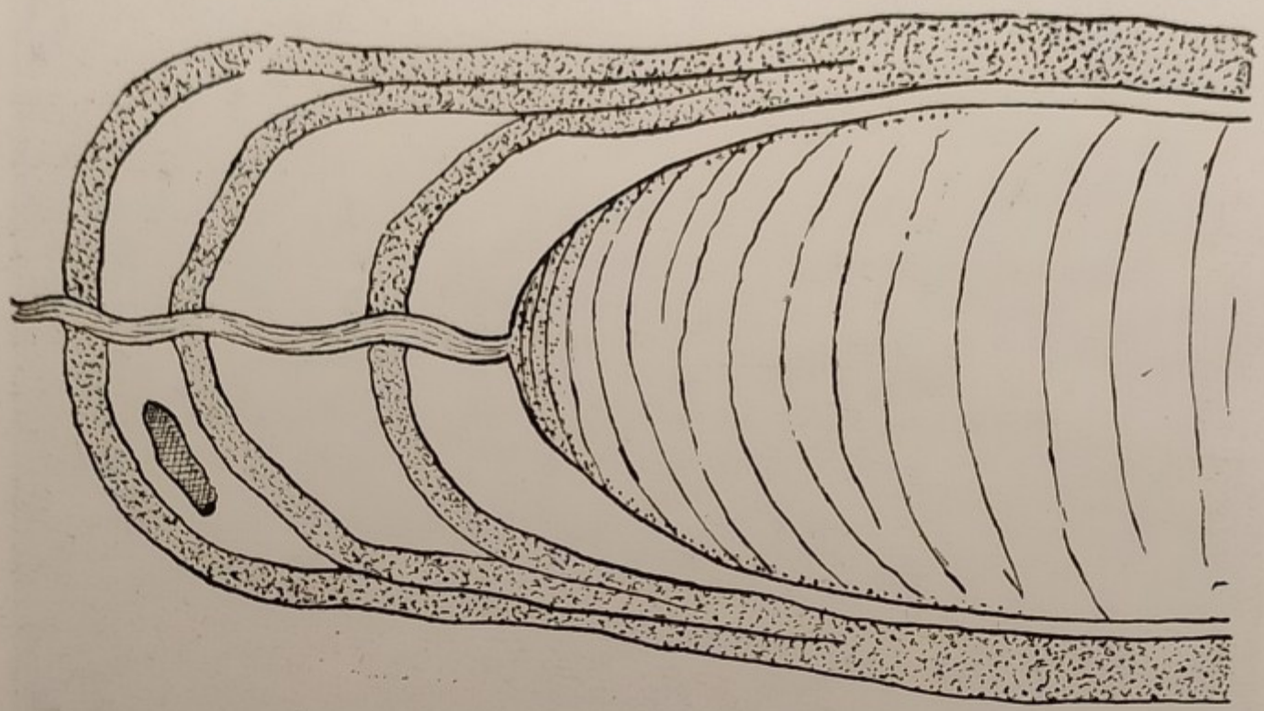


Fig. 311 — Fronte glaciale con 3 cerchie moreniche abbandonate alla fronte, testimonianza di regresso glaciale in 3 fasi distinte. (Notare un laghetto intermorenico).

11. - **Modellamento glaciale.** — Non abbiamo vere prove sperimentali che un ghiacciaio effettivamente eserciti una attività escavatrice. Per tre motivi siamo tuttavia condotti ad ammettere tale azione, detta anche di *exarazione*.

Fig. 312. — Ciottolo morenico lisciato e striato durante il trasporto nella massa glaciale.

Fig. 313. — I due bracci del Lago di Como con la punta rocciosa di Bellagio causa della biforcazione. Le due crocette indicano il limite più alto delle morene abbandonate e cioè il limite più alto del ghiacciaio antico. Si pensi quindi allo spessore del ghiacciaio che aveva la sua base sul fondo della conca lacuale: circa m. 1500 a sinistra e m. 800 a destra. (*Fot. Brunner*).

Fig. 314. — Un lago alpino di escavazione glaciale, al limite tra due tipi di rocce. Tipico l'arrotondamento delle rocce di sinistra. Il Lagazuol in Val Malenco a m. 2250. (*Fot. Nangeroni*).

1) Anzitutto dal fatto che ci sembra impossibile che una massa di ghiaccio, ora sulle Alpi dello *spessore* anche superiore ai m. 300-400 e anticamente sui 1500 m., impregnata di *detrito morenico* nella sua parte più profonda a contatto con la roccia, dotata di *movimento* lento ma costante, non possa avere almeno un effetto di modellamento e di limatura.

2) Poi dal fatto che le montagne che sono tuttora o furono già occupate dai ghiacciai (e le testimonianze sicure ci sono offerte dalle morene) manifestano forme *caratteristiche ben diverse da quelle derivate dalla degradazione normale* (torrentizia, meteorica, ecc.).

Fig. 315. — Roccie arrotondate dai ghiacciai con striature caratteristiche nel Vallone di Scerscen in Valtellina. (*Fot. Nangeroni* 1932).

3) Se poi osserviamo le rocce che da qualche decina di anni le lingue glaciali in causa del ritiro vengono lasciando allo scoperto, notiamo subito che esse sono *arrotondate, lisciate e striate,* fenomeni che diminuiscono d'intensità mano mano ci innalziamo lungo le pareti e cioè ci allontaniamo verticalmente dal dominio attuale del ghiacciaio. Ciò vuol dire che gli arrotondamenti, le lisciature e le striature sono dovute all'attività del ghiacciaio e che esse vengono col tempo a scomparire per l'intervento della normale degradazione atmosferica (gelo, calore solare, ecc.).

I fenomeni maggiori che interessano l'azione exarante glaciale sono: le *conche lacustri,* dalle piccole pozze ai laghi prealpini; le *valli* dal profilo trasversale, più spesso che in altri casi, ad U e dal profilo longitudinale a gradinate; i *gradini di confluenza* delle valli laterali nelle valli principali; inoltre i *circhi,* dalle piccole nicchie agli estensissimi circhi che si notano ad esempio sull'Adamello, opera indiretta di ghiacciai.

Vediamo singolarmente questi fenomeni.

Le *conche lacustri* alpine di escavazione glaciale predominano nelle regioni elevate, che furono per maggior tempo ricoperte dal manto glaciale, e certo ne debbono esistere tuttora mascherate dagli attuali ghiacciai.

Rappresentano il normale prodotto dell'escavazione glaciale dove il ghiacciaio o per maggiore quantità di morena smerigliante, o per preesistente solco o per maggiore erodibilità di rocce, o per preesistente frattura, ha potuto ultrascavare in contropendenza le conche, opera impossibile per un fiume.

Notevole è la presenza, all'imboccatura di molte vallate alpine, di conche lacustri allungate secondo la direzione della valle della quale rappresentano la continuazione verso la pianura, ramificate in ogni senso (Lago dei Quattro Cantoni, Lago di Lugano, L. di Como, L. di Garda, ecc.), molto profonde (alcune col fondo a 200-250 metri sotto l'attuale livello dell'Adriatico). Anche queste sono in gran parte dovute a escavazione glaciale.

Ecco una tabella con alcuni dati per i maggiori e più noti laghi alpini:

Laghi	Superficie in kmq.	Alt. dello specchio	Profondità in metri	Alt. del fondo s. m.
Lago Garda (Benáco) . .	370	65	346	— 281
» Maggiore (Verbáno)	212	194	372	— 178
» Como (Lario) . .	146	198	410	— 212
» Lucerna (Quattro Cantoni)	114	437	214	— 221
Lago Iseo (Sebino) . . .	65	186	351	— 65
» Lugano (Ceresio) .	50	271	288	— 17
» Orta (Cusio) . . .	18	290	143	147
» Idro	11	368	122	246

Quanto alle *valli glaciali* ormai si ritiene che, se un ghiacciaio forse non può ricavare un solco da una superficie pianeggiante, può invece modellare un solco preesistente, per esempio un solco fluviale. Tale modellamento, che implica evidentemente una attività erodi-trice, ma che è legata alla morfologia preesistente, si esplica in senso trasversale trasformando il profilo derivato dalla normale degradazione, che è piuttosto a V per l'incontro diretto di due versanti,

Fig. 316. — La Valle di Rhème (Valle d'Aosta), che, nonostante sia stata occupata da potenti ghiacciai non ha assunto il tipico profilo ad U perché la struttura delle sue rocce ha impedito al ghiacciaio di imprimerle tale forma. (*Fot. Brocherel*).

Fig. 317. — La Valle di Lauterbrunnen, dal tipico profilo a U perché i ghiacciai hanno scavato in una struttura rocciosa che ha favorito tale forma (strati orizzontali e compatti). (*Fot. Gabi*).

in una U, in causa dell'allargamento del fondo valle per l'attività della massa glaciale incanalata e ricca di morena nella zona a contatto con la roccia.

Tipiche a questo riguardo sono: la Valle Lauterbrunnen (Jungfrau), la Val Masino (Valtellina), ecc.

Talora emergono, dal largo fondo valle alluvionale, dei *dossi rocciosi;* sedi di castelli o di piccoli villaggi. Rappresentano comunemente zone di minore attività eroditrice glaciale rispetto alle circostanti. Anche le isole dei laghi prealpini non sono che bozze rocciose salienti dal fondo valle tuttora occupato dalle acque dei laghi (Isole Borromee sul Lago Maggiore).

La caratteristica maggiore però della morfologia glaciale, tanto diversa da quella torrentazia o normale, è data dai *circhi* che non

Fig. 318. — Circhi scavati nei monti granitici del Badile (Valtellina) e confluenti nel maestoso anfiteatro. (*Fot. Tonazzi*).

mancano mai nelle zone più elevate che sono e che furono un tempo occupate da ghiacciai. Sono essi dati da una superficie spianata circondata ai tre lati da ripidissime pareti paragonabili nei casi più classici ad una sedia a braccioli. Derivano da imbuti torrentizi preglaciali trasformati in circhi dai ghiacciai.

Nelle regioni già glacializzate è poi costante il fatto che le vallette e valli laterali confluiscono nelle principali per mezzo di un *gra-*

Fig. 319. — Valle glaciale dal profilo ad U perché gli strati rocciosi compatti e orizzontali hanno favorito il ghiacciaio nel ricavarne tale forma. La Vallelunga in Val Gardena. (*Fot. Fränzl. Bolzano*).

Fig. 320. — Una valle laterale ad U sospesa rispetto alla principale (con gradino di confluenza e cascata di raccordo che tende a scavare una forra (= orrido). Il più potente ghiacciaio della valle principale ha più profondamente scavato questa, lasciando sospesa quella laterale, già percorsa da un ghiacciaio minore. Canton Ticino (Val Calneggia). (*Fot. Büchi*).

Fig. 319. — Valle glaciale dal profilo ad U perché gli strati rocciosi compatti e orizzontali hanno favorito il ghiacciaio nel ricavarne tale forma. La Vallelunga in Val Gardena. (*Fot. Fränzl. Bolzano*).

Fig. 320. — Una valle laterale ad U sospesa rispetto alla principale (con gradino di confluenza e cascata di raccordo che tende a scavare una forra (= orrido). Il più potente ghiacciaio della valle principale ha più profondamente scavato questa, lasciando sospesa quella laterale, già percorsa da un ghiacciaio minore. Canton Ticino (Val Calneggia). (*Fot. Büchi*).

dino di confluenza. È ovvio come ciò debba dipendere soprattutto da una maggiore attività escavatrice delle colate più potenti, rispetto alle minori.

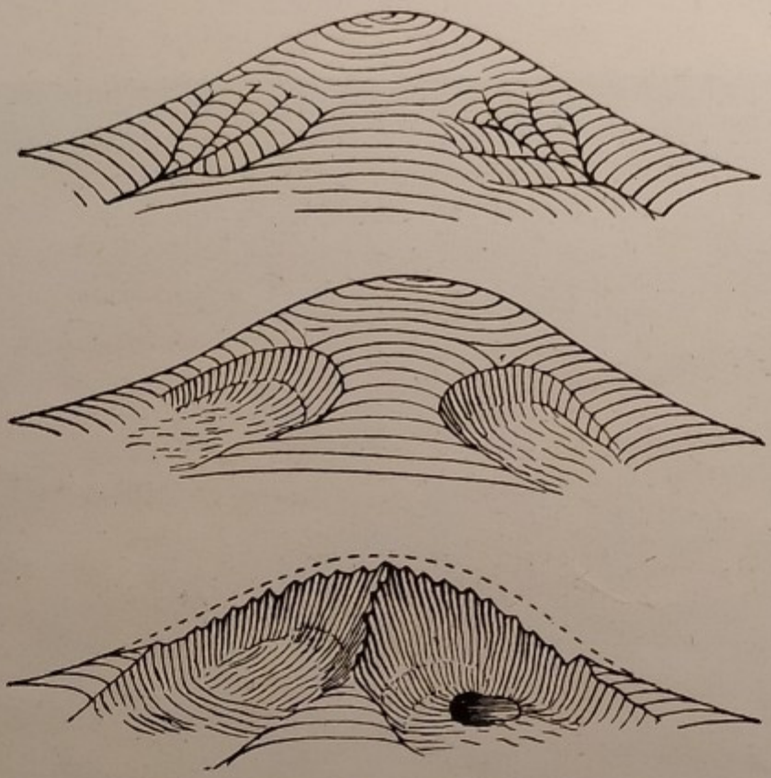


Fig. 321. — Trasformazione d'una cima tondeggiante dai lenti costoni e solcata da imbuti torrentizi, in una ardita vetta dalle aspre dentellate creste che limitano eleganti circhi (sul fondo di uno sta un laghetto alpino) per attività glaciale.

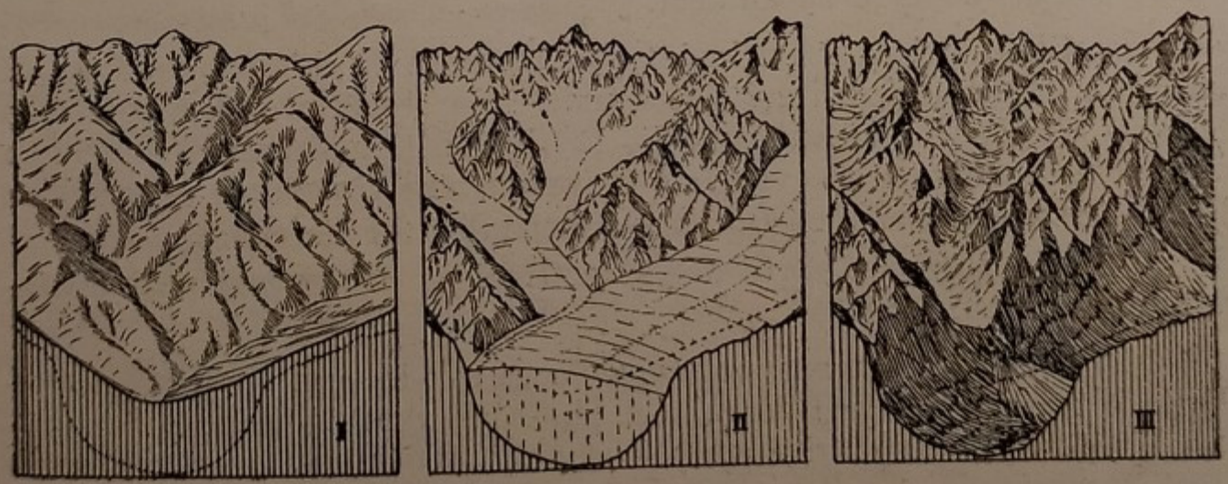


Fig. 322. — Evoluzione d'una zona alpina dal periodo preglaciale (I), con forme poco aspre, a quello glaciale (II) con forme più aspre, a quello postglaciale (III): valli a U, valli laterali sospese sulla principale, circhi, creste aspre.

Questi gradini sono vinti dal torrente con cascate (utilizzate talora dall'uomo, per produzione di energia: mulini, centrali elettriche, ecc.) che tendono a regredire sempre più ed a scavare una forra a rapide, e superati dall'uomo con ripidi sentieri e con strade a nastro tortuoso che diventa rettilineo appena superato il gradino di confluenza e raggiunto il fondo della U glaciale sospesa.

Fig. 323. — Il Pak alla Baia del Re nelle Svalbard.

12. - **Ghiacciai marini.** — Nelle regioni circumpolari anche il mare è spesso coperto da ghiacci.

1) Chiamasi *pack* un insieme di lastroni di ghiaccio marino, di lastre di ghiaccio portatevi dai fiumi, e da icebergs (pron. aisberg) derivati da ghiacciai continentali, tutti riuniti a formare come una superficie di ghiacci che vengono in primavera trascinati alla deriva dalle correnti polari fino alle basse latitudini di Terranova, ecc.

Copre la maggior parte del Mar Glaciale Artico nel periodo invernale-primaverile.

2) Chiamasi, invece, *banchisa* la estesa fronte, spezzata a muraglia e immergente nel mare, dei ghiacciai dell'Antartide. Su questa, Byrd ebbe a costruire a scopo esplorativo-scientifico il villaggio Little America.

CAPITOLO LXIII

Acque sotterranee - Azione chimica sulle rocce - Fenomeni carsici - I laghi

1. - **Acque sotterranee - Falde acquifere - Pozzi.** — Delle acque di pioggia cadute sulla terra, parte evapora, parte viene assorbita dalle piante o si perde nelle idratazioni delle rocce, ecc., parte invece, dopo essere filtrata in profondità, torna poi in superficie sotto forma di sorgenti dopo un decorso più o meno lungo, più o meno tortuoso.

Dal punto di vista dell'assorbimento, le rocce possono essere divise in tre categorie:

1) *Rocce assolutamente impermeabili*: non ve ne sono; tutte le rocce, più o meno, anche le più compatte, sono un po' permeabili all'acqua;

2) *Rocce relativamente impermeabili* sono i graniti e le argille: quelli per la loro estrema compattezza e queste per il motivo che essendo costituite da finissimi grani, l'acqua, per quanto possa imbevere la roccia, non riesce per capillarità a scorrere tra grano e grano;

3) *Rocce permeabili* sono: le ghiaie, le sabbie incoerenti con ampi spazi liberi tra grano e grano; i tufi ed i pomici vulcanici disgregati; molti calcari, alcune dolomie e alcuni conglomerati che, pur essendo compatte sono molto fessurate.

Quando le acque superficiali cadono su un terreno permeabile, penetrano sempre più in profondità fino a che non vengono a contatto con una roccia impermeabile, dove dànno origine a una *falda acquifera* oppure a *vene acquifere*.

Sovente trovansi a diverse profondità, diverse falde acquifere (o *aves*); ciò accade quando le acque hanno potuto penetrare in diversi strati permeabili inframmezzati da altri impermeabili. Si tratta in questo caso, come di tante condutture forzate d'acqua sovrapposte nelle quali i tubi sono rappresentati dagli strati impermeabili che impediscono l'uscita dell'acqua dal terreno permeabile, in cui l'acqua stessa è libera di passare e scorrere, tra grano e grano, tra ciottolo e

ciottolo. L'acqua delle falde più profonde è migliore, più fresca, più costante che non quella delle meno profonde; infatti generalmente proviene da regioni più lontane e quindi ha potuto meglio purificarsi attraversando le sabbie; non è inquinata dagli scoli locali; non è influenzata dalla variazione meteorica del luogo. Chiamasi *falda freatica* una delle falde superficiali non inquinabili, alla quale generalmente attingono i pozzi (in greco *frear* = pozzo).

Sovente trivellando un terreno si nota che l'acqua non rimane al suo livello profondo, ma zampilla all'esterno con un getto alto anche parecchi metri. Sono questi i *Pozzi Artesiani* (dall'Artois in Francia), e che, più precisamente, noi dovremmo chiamare Modenesi (nel Modenese sono più abbondanti che nell'Artois), e si basano sul princi-

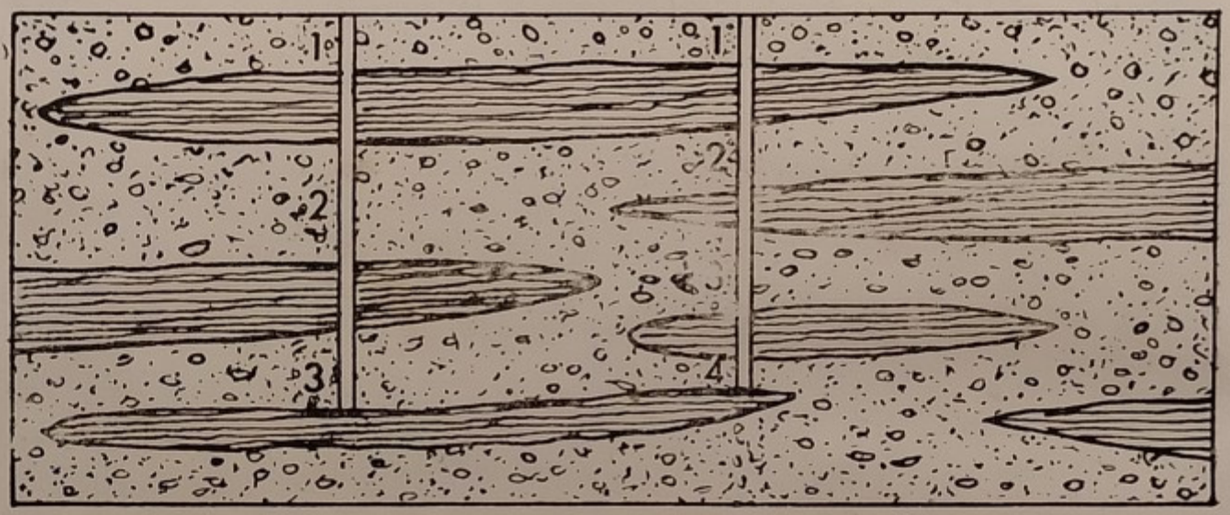


Fig. 324. — Sedimenti argillosi impermeabili tra sedimenti ghiaiosi permeabili, con formazione di falde acquifere più o meno numerose secondo il numero delle lunghe lenti di argilla.

pio dei vasi comunicanti. Condizione comune per la loro esistenza è la presenza di uno stato permeabile tra due impermeabili formanti conca; l'acqua penetrata in profondità a monte è obbligata, venendo a giorno al piano, a risalire fino alla linea di carico.

Poiché la presenza di una falda acquifera dipende dunque dalla natura del terreno e dalla inclinazione degli strati, i geologi, fino ad un certo punto, possono stabilire dove ed a quale profondità deve trovarsi una falda acquifera, dove e come può venire naturalmente o artificialmente alla luce.

Alcuni risolvono questo problema con verghette di legno o altri oggetti per mezzo dei quali viene manifestata una particolare loro sensibilità alla presenza di acque defluenti anche a profondità rilevanti; si chiamano rabdomanti (in greco *rabdos* = bastone) e il loro corpo possiede una sensibilità specifica. Però non tutti quelli che si dicono rabdomanti sono effettivamente tali.

2. - **Sorgenti.** — 1) Dove la falda acquifera viene a giorno si hanno le comuni *sorgenti* le quali spesso sono distribuite su una li-

nea corrispondente alla linea d'affioramento della falda acquifera (base di roccia impermeabile).

2) Nell'alta Pianura Padana molte acque piovane vengono assorbite dai terreni ghiaiosi permeabili rendendosi così necessarie, in quelle regioni, una irrigazione artificiale per mezzo di canali (C. Cavour, C. Villoresi, ecc.); le medesime acqua ricompaiono poi più a valle, nella bassa (Lodigiano, Vercellese) in grande abbondanza, quivi trovando un terreno più fine e impermeabile; chiamasi *linea della resorgiva* o *dei fontanili,* la linea che separa la zona priva di tali sorgenti da quella ricca. Questa linea ha un decorso quasi parallelo alle prealpi mantenendosi un po' lontana da esse (Novara, Magenta, Rho, Monza, Treviglio, Brescia, ecc.).

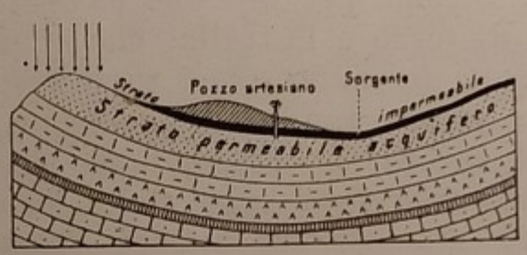


Fig. 325. — Schema di un pozzo artesiano.

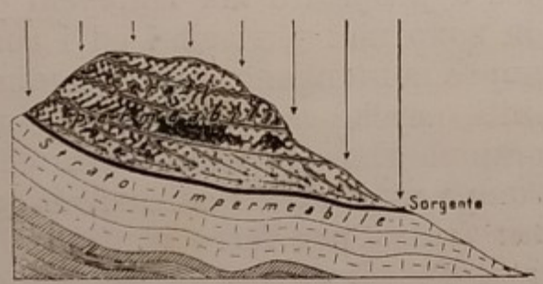


Fig. 326. — Schema di una sorgente tipica.

Le acque sovrabbondanti vengono spesso incanalate per la irrigazione o condotte a riempire risaie e marcite (prati coperti di acqua d'inverno che non gelano per il continuo ricambio e perché l'acqua di sorgenti d'inverno è a temperatura più elevata dell'ambiente esterno; possono dare anche sei tagli d'erba all'anno).

3) Altre sorgenti escono da grotte calcari e queste si chiamano *Valchiusane* (da Vaucluse presso Avignone); tra queste sono notevoli le *sorgenti intermittenti* il cui funzionamento si fonda sul principio del sifone.

Le acque superficiali, filtrando in profondità asportano, sciogliendo, molte sostanze, cioè si mineralizzano, altre si riscaldano, altre si riscaldano e si mineralizzano. Si hanno perciò spesso sorgenti *minerali,* sorgenti *termali* e sorgenti *termominerali* (solforose, ferruginose, acidule, salate, gessose).

A proposito delle sorgenti calde dobbiamo ricordare che tante acque calde non provengono da acque di pioggia penetrata in profondità riscaldatesi e poi tornate alla superficie, bensì da acqua originatasi in profondità in seguito a reazioni chimiche. E poiché sono acque nuove si potranno chiamare *acque giovanili* (forse quelle di Acqui) la cui origine è perciò da collegare con i fenomeni pseudovulcanici.

3. - **Azione chimica sulle rocce.** — L'azione chimica sulle rocce è operata in modo speciale dalle acque, le quali son quasi sempre più o meno acidule per presenza di CO_2 e tengono in soluzione anche gli altri componenti dell'aria, sopratutto ossigeno.

Tale attività prevale nelle regioni umide e calde, quindi in linea generale nella media montagna e nelle pianure temperate e nelle regioni equatoriali-tropicali.

1) *L'acqua ha una azione idratante.* Così i composti di ferro vengono trasformati in idrato di ferro (limonite) determinando sulle rocce (che più o meno contengono sempre composti di ferro) una tinta rossastra tutta particolare, che ha data il nome anche ad alcune cime di monti (Corno Bruciato, Sasso Arso, Croda Rossa, Rothorn, Aiguilles Rouges).

2) Dell'azione *solvente* delle acque sul calcare parleremo fra poco a proposito dei fenomeni carsici. Diremo per ora che i calcari non sono mai purissimi ed i composti di ferro e l'argilla, che quasi sempre contengono, non vengono asportati (essendo quasi tutti insolubili, perché colloidali), ma rimangono, aumentando sempre in proporzione rispetto al calcare, che viene invece asportato, e ne ricoprono i nudi strati calcari. È questa la probabile origine della *terra rosa* (rossa per ferro contenuto) che riveste le rocce calcari (Carso Prealpi), talora anche per un discreto spessore.

3) I terreni alluvionali (o di trasporto di fiumi, di ghiacciai, ecc.) costituiti da rocce molto diverse (sassi di calcare, di granito,

Fig. 327. — Deposito alluvionale (= ghiaia stratificata) che in alto venne alterata (= ferrettizzata) dall'azione dell'aria, dell'umidità, e resa così adatta alla vegetazione. Cava di ghiaia presso Ortisei. (*Fot. Nngeroni,* 1935).

di micascisto, di dolomia, ecc.) vanno soggetti ad una varia degradazione dipendente appunto dalla varietà delle rocce costituenti. In un primo tempo i terreni vengono abbondantemente *decalcificati;* nello stesso tempo anche i sassi costituiti da silicati (graniti) vengono *macerati* e, per quanto conservanti ancora la loro forma primitiva, resi realmente marci (sassi morti) tanto che al minimo urto si riducono in incoerente sabbia o fanghiglia argillosa impregnata di ossido idrato di ferro e di sali di potassio. ambedue utilissimi alla vegetazione, ed il primo dei quali imprime una tinta rossigna al terreno così alterato che dicesi *ferrettizzato* (alquanto vegetabile).

Uno strato di ghiaia o sabbia non è fertile finché non venga alquanto alterato chimicamente; ma se l'alterazione è eccessiva, allora ridiventa sterile per la eccessiva eliminazione di calcare e quindi troppo argilloso e impermeabile. I letti ghiaiosi degli attuali fiumi e le brughiere della Lombardia (Busto, Gallarate) sono ancora sterili perché ancora inalterati; invece gli altipiani dell'alta pianura padana, chiamati *vaude* e *baragge* in Piemonte, *groane* in Lombardia (Tradate), *magredi* nel Veneto, e sono adatte solo a vegetazione xeròfila (conifere, erica o brugo, ginestre, ecc.) perché eccessivamente ferrettizzati. In condizioni buone si trova invece la media pianura padana nella quale, oltre a terreno mediocremente ferrettizzato, si hanno per di più numerose falde acquifere non molto profonde.

4. - **Fenomeni carsici.** — Se non è esatto parlare di paesaggio granitico, paesaggio dolomitico, ecc., perché, come si è visto, a determinare il paesaggio montano contribuiscono, oltre al tipo di roccia

Fig. 328. — Aspetto di un altopiano carsico con doline, inghiottitoi, idrografia profonda, vallone aspro, sorgente a metà parete o alle falde (limite tra argilla impermeabile di base e calcare fessurato superiore).

(più o meno erodibile), specialmente la disposizione degli strati (verticali, orizzontali, inclinati), è molto legittima invece la espressione paesaggio *calcare* o ancor meglio, *carsico*, perché con tal nome generico veniamo a indicare i fenomeni che vedremo interessare ~~il cal-~~

nerico veniamo a indicare i fenomeni che vedremo interessare sopratutto il calcare, dovunque (non solo sul Carso).

Le cause fondamentali dei fenomeni carsici sono due:

1) la *solubilità* della roccia calcare;

2) il *fratturamento* degli strati calcari, anche in profondità.

Il calcare è lievemente solubile nelle acque acidule come possono essere ad esempio le normali acque superficiali che si mostrano sempre acidulate per il contenuto di anidride carbonica (il carbonato di calcio insolubile viene trasformato in bicarbonato solubile e quindi asportato); e per di più la roccia è oltremodo fessurata anche in profondità e quindi assorbente e permeabile in grande. Queste due caratteristiche fanno sì: 1) che l'idrografia superficiale venga sostituita da una idrografia profonda; 2) che questa sia molto irregolare; 3) che i rilievi anziché smembrati da normali correnti in superficie risultino intensamente cariati nel loro interno; carie interna che naturalmente influisce sui particolari del paesaggio esterno.

Fig. 329. — Campi solcati su calcare presso Croda del Becco (Cortina). (*Fot. Nangeroni*, 1936).

Questi fenomeni, classici e grandiosi sul Carso propriamente detto (Monfalconese, Triestino, Goriziano. Istriano, Dinarico) in causa sia dell'abbondanza di precipitazioni, sia della natura della roccia, non mancano in altre parti delle prealpi calcari, nell'Appennino (Matése, Gargàno, Murge) e sulle stesse Alpi (Ortles, Moncenisio) dove vi sia presenza di calcare o di gesso (perché anche il gesso è solubile) e superfici alte spianate sulle quali la neve fornisce d'estate continua acqua di fusione dispersa su ampie superfici.

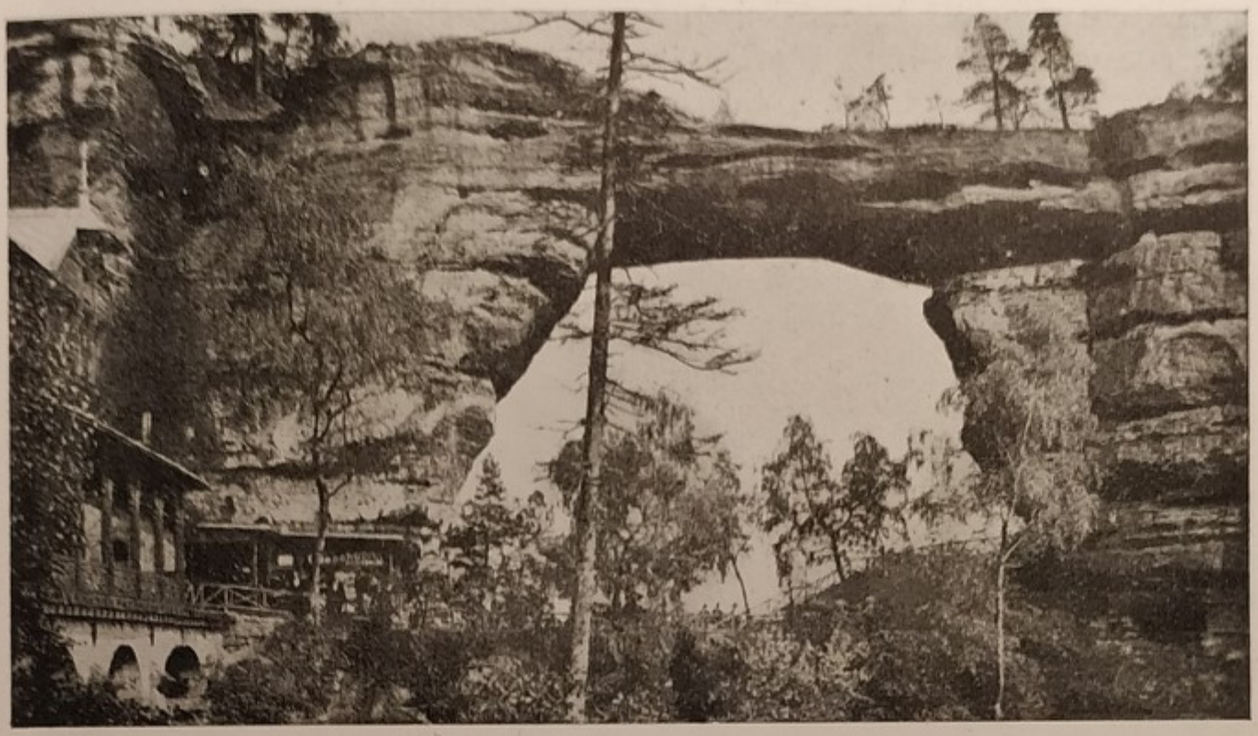


Fig. 330. — La « Porta di Prebic », derivata da corrosione carsica interna e dal franamento di strati.

Fig. 331. — Altopiano carsico con larghe doline (con laghetto) ricco di pascoli. Malghe Verle sull'Altopiano di Asiago. (*Fot. Nangeroni*, 1932).

Le caratteristiche morfologiche principali, e cioè i fenomeni carsici, sono: *forre* lungo i solchi principali, *assenza di idrografia superficiale, valloni sospesi secchi, conche* con o senza acque, *inghiottitoi, caverne* con o senza sbocco di acque, *campi solcati*.

Fig. 332. — Inghiottitoio sul fondo d'una dolina nel Bresciano. (*Fot. Laeng*).

1) I *campi solcati* chiamati spesso campi carreggiati per l'aspetto dei solchi che sembrano scavati da ruote di carro affondate nella mota, sono un fenomeno molto comune dovuto a corrosione.

2) Dove molte condizioni favorevoli si associano, i solchi si approfondiscono sempre più, se molti vicini si riuniscono in un solo maggiore, e si giunge così alla formazione di un *pozzo* nel quale

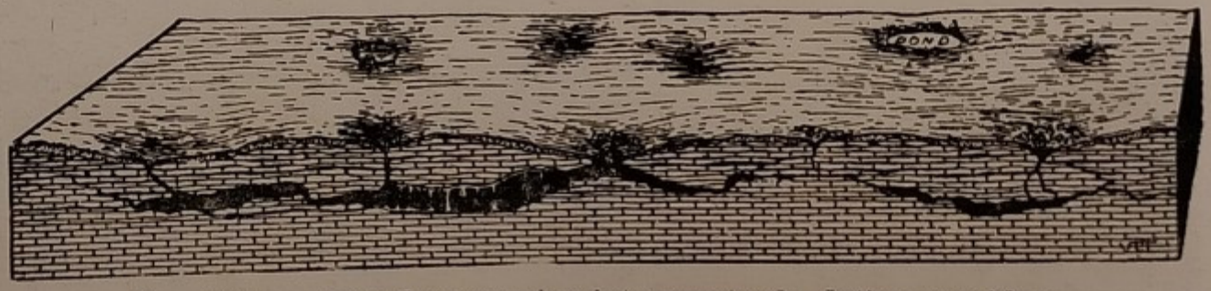


Fig. 333. — Tavolato carsico interessato da doline con idrografia sotterranea.

l'acqua piovana rapidamente viene inghiottita attraverso numerose fessure profonde e laterali.

3) Se nel fenomeno prevale l'allargamento, si giunge alla formazione di *doline*. Sono queste delle conche circolari o elittiche, generalmente più larghe che profonde (da 20 a 200 metri di diametro,

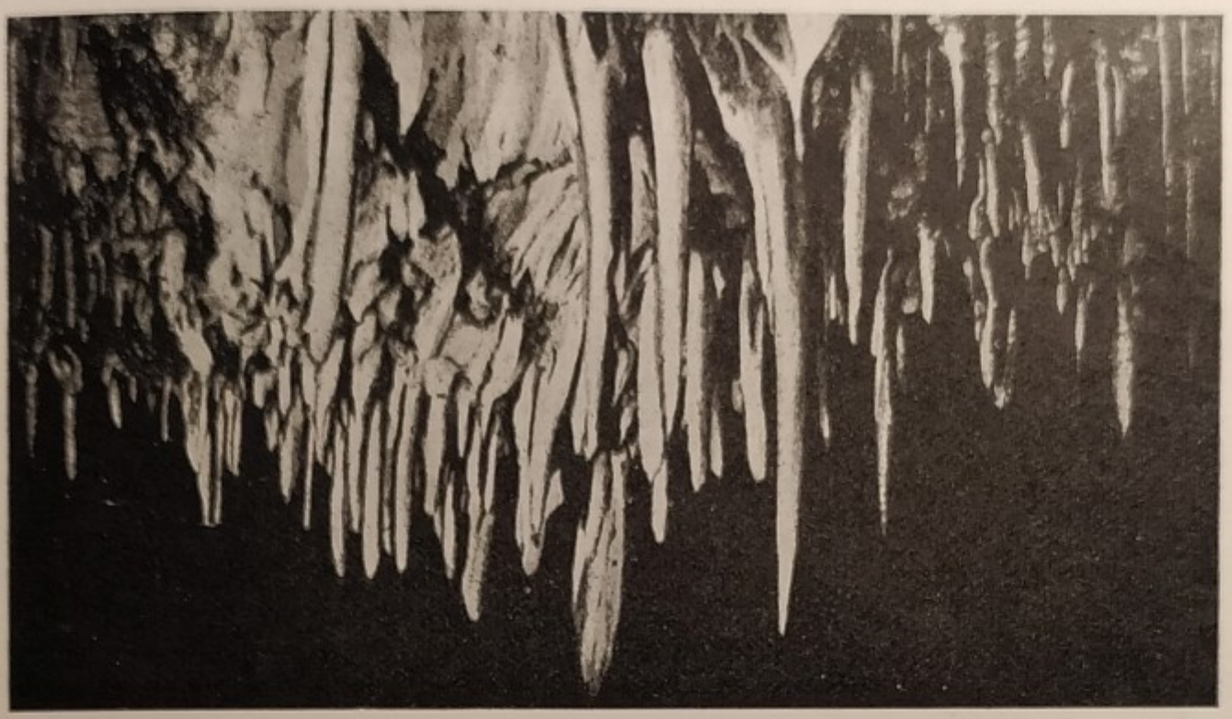


Fig. 334. — Stalattiti pendenti dalla vôlta della Grotta dei Dossi presso Villanova Mondovì.

Fig. 335. — Una stalagmite rovesciata, nella Grotta di Postumia.

Fig. 336. — Stalagmiti emergenti dal fondo di una grotta carsica costiera invasa dal mare: Grotta Smeraldo di Amalfi. (*Fot. Francese*).

Fig. 337. — Arco dovuto a degradazione meteorica in roccia calcare. Arco di Mitromania a Capri.

Fig. 336. — Stalagmiti emergenti dal fondo di una grotta carsica costiera invasa dal mare: Grotta Smeraldo di Amalfi. (*Fot. Francese*).

Fig. 337. — Arco dovuto a degradazione meteorica in roccia calcare. Arco di Mitromania a Capri.

da 2 a 100 metri di profondità), dal fondo piatto e dalle pareti più o meno ripide, nel complesso della forma a imbuto, a scodella, a piatto, ecc. Sovente, però, le doline possono avere origine da un franamento della esile volta di grotte appena sotterranee.

Talora il fondo della dolina è provvisto di uno o più *inghiottitoi* i quali possono assorbire acqua durante i periodi di magra e invece rifornirne diventando allora *polle,* durante le grandi piogge. Talora il fondo è occupato da uno *stagno* senza deflusso più o meno permanente, sorgente di malaria se le larve di anofele vi si possono sviluppare (Lago di Doberdò sul Carso); talora invece è ricoperto da terra rossa che il vento o le acque di dilavamento vi ha trasportato e quindi ha abbandonato come ne può aver abbandonato sul fondo dei solchi. In tal caso esse rappresentano ottime superfici di coltivazione (grano, vite, frutta, ecc.).

4) Le *grotte* e le cavità interne sono derivate dagli stessi fenomeni di corrosione con allargamento delle normali spaccature ed eliminazione continua dei setti divisori; dalla riunione di piccole cavità si ha così una vasta grotta, poco o molta profonda, rispetto al suolo, collegata a questo da pozzi subverticali o da gallerie più o meno orizzontali con andamento irregolare a labirinto.

È molto facile che le acque penetrando dalle fessure di questo dedalo, per diminuita pressione od aumentata temperatura o altre cause, perdano l'anidride carbonica. Allora il bicarbonato di calcio solubile ridiventa carbonato che, insolubile, rimane ad incrostare le pareti ed a costruire *stalattiti,* stalagmiti, panneggiamenti, concrezioni diverse costruzioni tutte che possono talora colmare la grotta dando così luogo anche a buoni giacimenti di alabastro. Una grotta può anche essere colmata da sabbia fine o da terra rossa che i torrenti penetrando vi abbandonino.

Non è difficile rinvenire in queste grotte residui di mammiferi ormai scomparsi e di uomini preistorici (Mentone, Bergeggi, Finalmarina, Carso), come è nota la presenza attuale di fauna tipica degli ambienti scarsi, o privi di luce, caratterizzata da uno sviluppo minimo di pigmento, dalla mancanza talora completa di organi visivi o da uno sviluppo rilevante di organi tattili (antenne) e di movimento (zampe); si ricordi il Proteus anguis comune alle grotte non solo del Carso ma anche a quelle del Leté a Bengasi e del Mammut negli Stati Uniti d'America, piccolo anfibio normalmente incolore e cieco fin che vive nelle grotte, ma che acquista una colorazione alquanto viva se portato alla luce.

5. - **Idrografia sotterranea.** — Ma la caratteristica maggiore delle regioni carsiche è certamente quella della scarsezza o mancanza assoluta di acque superficiali le quali molto rapidamente vengono assorbite dalle piccole fessure superficiali e dagli inghiottitoi che mettono talora in comunicazione le doline con le cavità più profonde.

Dopo un più lungo percorso sotterraneo le acque escono poi da piccole sorgenti intermittenti (per sifone) o da sorgenti continue,

in genere molto potenti, ma soggette a forti variazioni di portata e di composizione per troppo rapido passaggio dalla regione di assorbimento a quella di emunzione; e, per il mancato passaggio attraverso sabbie, si tratta di acque non ottime, in genere troppo ricche di carbonato di calcio.

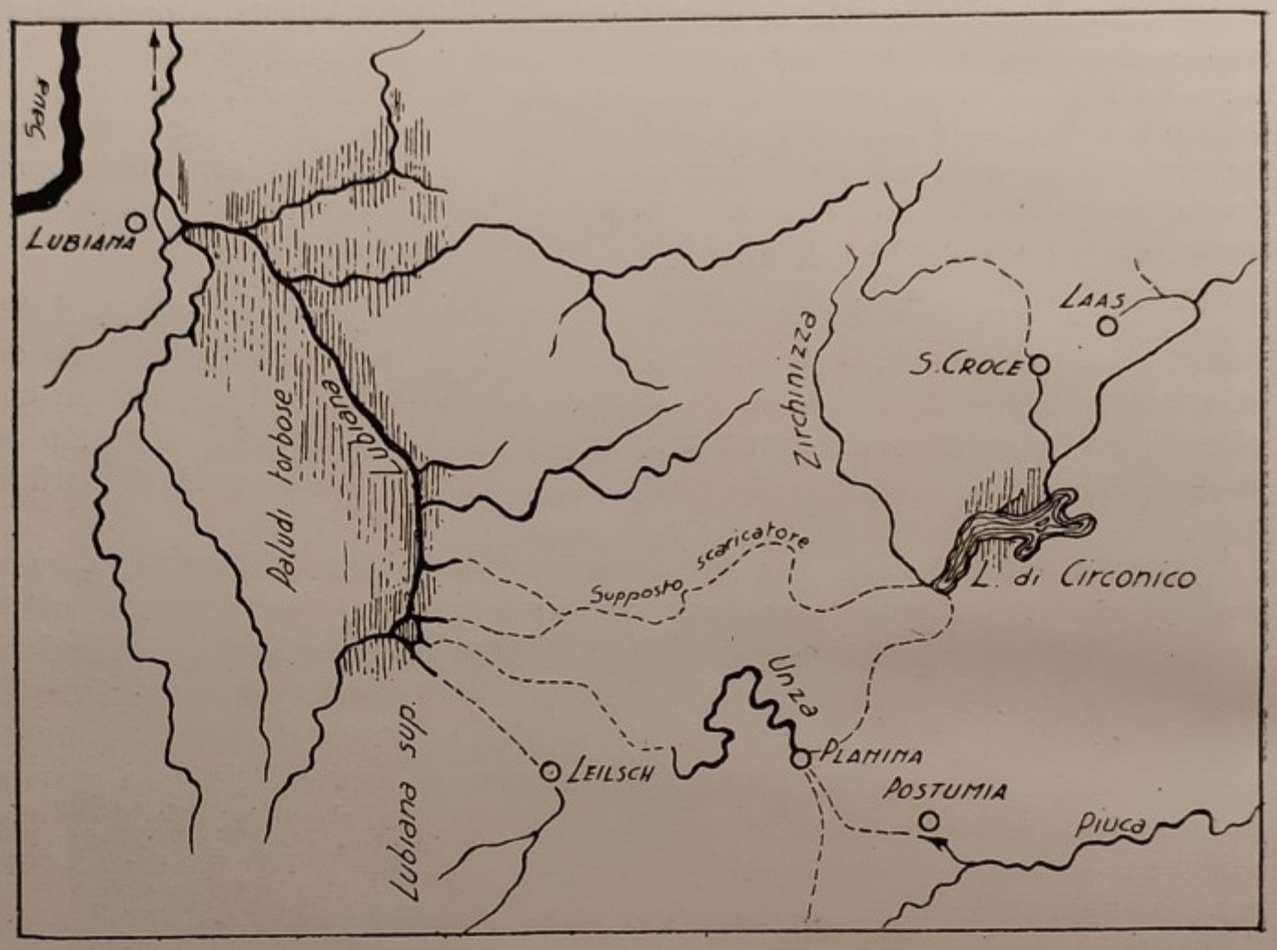


Fig. 338. — Idrografia sotterranea sull'altopiano carsico.
Esaminare e seguire il corso della Piuca-Unza-Lubiana con alternanza di corsi normali e di corsi sotterranei.

Così è nel Timavo (Recca) il cui corso superiore si inabissa sotto S. Canziano (Carso) e, dopo un decorso sotterraneo di oltre 40 km., sbocca passando anche attraverso il fondo della grotta e pozzo di Trebiciano, con un ramo forse ad Aurisina, con un altro molto più potente a S. Giovanni di Duino nelle immediate vicinanze del mare, e con altre numerose polle nel Golfo di Trieste, davanti a Miramare dove queste sorgenti calcari sottomarine sono ben riconoscibili per il colore bianco delle acque calcarifere.

Così è della Piuca che, dopo il percorso sotterraneo di Postumia (Carso) sbocca, dalla grotta di Kleinhausel, nella piana di Planina ed insieme con altre sorgenti costituisce l'Unza che a sua volta, dopo essersi inabissata in altre grotte, ritorna in superficie alimentando la Lubiana, affluente della Sava. Così pure dicasi delle sorgenti della Livenza al Gorgazzo di Polcenigo, alle

falde dell'atopiano del Cansiglio (Friuli) che vi manda parte delle sue acque piovane attraverso numerosi inghiottitoi di cui il maggiore è il Bus de la Lùm.

Il decorso dei fiumi sotterranei ci viene rivelato dall'immissione di sostanze speciali (fluorescina o sali di radio) nel torrente che scompare: sostanze che si debbono rinvenire nelle probabili sorgenti più a valle dopo la loro uscita dalle grotte.

Le montagne calcari presentano molto frequentemente la forma di *altipiani* (altopiano del Carso, del Cansiglio, del Grappa, di Asiago, del Matese nella Campania). Si può supporre che questi altipiani siano dei piani senili, anticamente già ridotti al livello del mare e poi sollevatisi. Se fosse altro tipo di roccia, l'altopiano verrebbe facilmente smembrato dai numerosi torrenti superficiali in gruppi di cime diverse e lentamente il rilievo si abbasserebbe e diventerebbe senile anche all'esterno. Nel caso invece della roccia calcare manca questa erosione superficiale; donde il mantenimento della forma di antico pianoro. Alcuni altpiani però debbono la loro forma alla presenza di strati orizzontali su grandi estensioni. Quindi è molto più proprio dire che le regioni calcari *mantengono più a lungo* (e non: assumono) *la forma di altipiani.* In ogni caso la causa fondamentale è la assenza di idrografia superficiale la quale sola potrebbe frazionare l'altopiano in monti e valli distinte.

Per manoscritto
21-3-1939-XVII

CAPITOLO LXIV

Il mare e la sua attività morfogenetica

1. - **La linea di spiaggia marina** *rappresenta la linea orizzontale dove le forme verticali del terreno, derivate dalle più diverse cause, vengono a contatto, qualunque sia la causa che determina questo contatto, con la superficie orizzontale del mare.*

Per comprendere meglio questo concetto noi dovremmo figurarci una fascia prealpina la quale venga occupata dal Mare Adriatico per sollevamento, poniamo, del livello del mare di 300 metri. In corrispondenza delle valli, scavate dai fiumi e dai ghiacciai, il mare penetrerebbe in numerosi fjords, emergendone isolotti antistanti: limite tra le forme di erosione subaerea e la superficie del mare; altri isolotti morenici emergerebbero: limite tra le forme di costruzione glaciale e la sup. del mare; il mare penetrerebbe anche per la bocca di numerose grotte: limite tra le forme carsiche e la sup. del mare; occuperebbe una valle di origine unicamente tettonica, dovuta cioè solo a sinclinale o a frattura: limite tra forme d'origine tettonica e sup. del mare.

Tutto questo è bene ricordare perché dovendo esaminare l'origine di una costa non veniamo indotti a credere, falsamente, che tutta la morfologia visibile sia dovuta unicamente ad attività del mare. Perché, se nelle *particolarità* del paesaggio si constatano effettivamente gli effetti del mare, ben altre cause è quasi sempre necessario invocare per la esplicazione delle *linee generali.*

L'attività del mare è, come per tutti gli altri agenti esogeni, triplice: di *erosione,* di *trasporto,* di *sedimentazione.* Dicendo attività del mare, intendiamo soprattutto l'attività del moto ondoso il quale fa sentire i suoi effetti meccanici fino ad un massimo di profondità di 50 m. e entro i limiti tra l'alta e la bassa marea; la zona di attività aumenta naturalmente con l'aumentare di questi limiti: minima perciò nel Mediterraneo (cm. 80), rilevante nella Bretagna (m. 8-10). Spesso le onde raggiungono la pressione di 10 mila - 30 mila atmosfere (per mq.) tanto da smuovere nelle mareggiate blocchi enormi di 100 tonn.

2. - **Erosione.** — Gli effetti della erosione si manifestano con un arretramento della costa rocciosa determinato: 1) dalla escavazione d'una grotta costiera o d'una piccola insenatura; 2) dal franamento della volta della grotta. E così di seguito, sempre più aiu-

Fig. 339. — Fasi successive della regressione d'una costa marina rocciosa con la formazione della piattaforma litorale sommersa (3).

tata l'onda dalle macerie e dai frantumi che in un primo tempo sono grossolani, ma che in seguito diventano sempre più minuti. Con il continuo arretramento della costa (= *trasgressione marina*) si viene così contemporaneamente a formare una *piattaforma* subacquea più

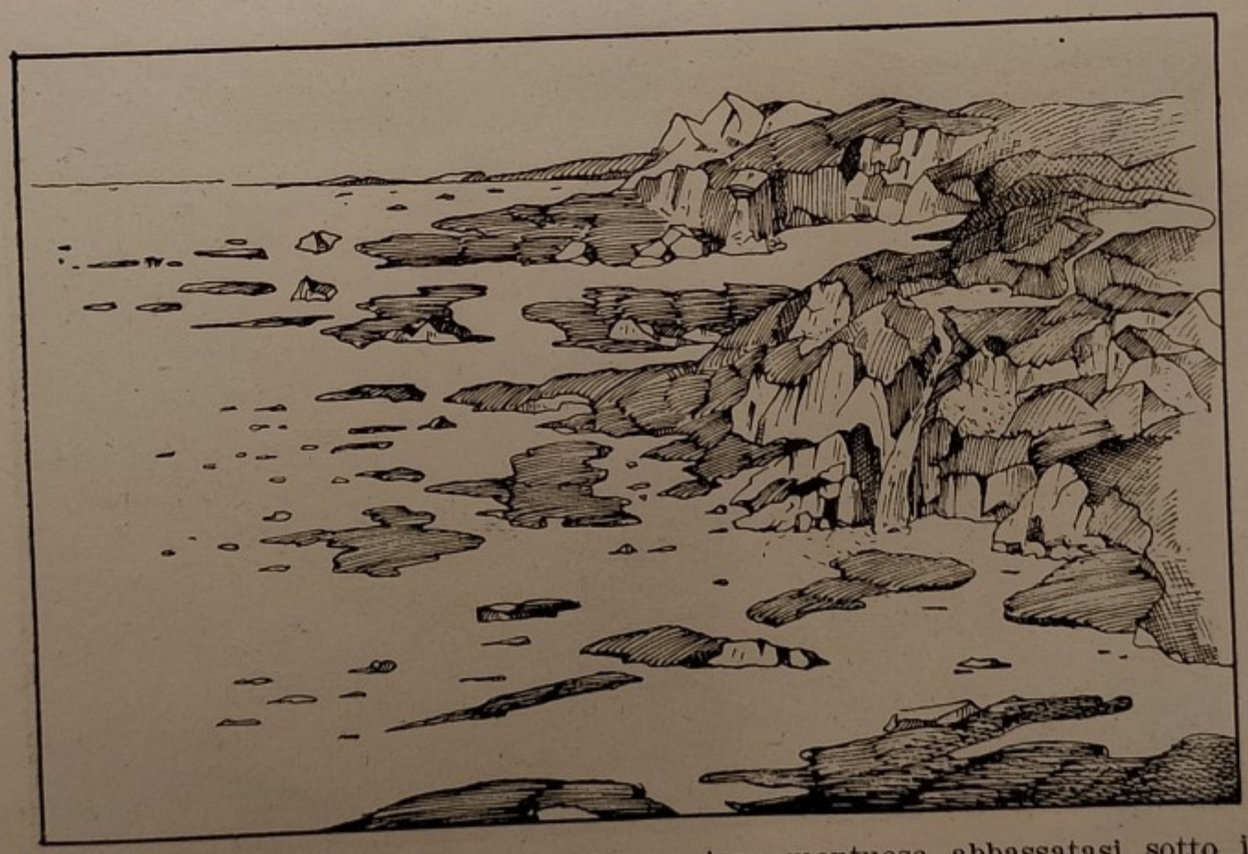


Fig. 340. — Le coste della Norvegia: regione montuosa abbassatasi sotto il livello del mare, poi da questa abrasa (si osservi come il complesso delle isolette costituisca una piattaforma littorale) e oggi in sollevamento (= emergenze della piattaforma che prima era sommersa).

o meno estesa che può anche emergere in tempo di bassa marea e che attutisce sempre più la violenza delle onde sulle coste ormai arrtrate, diminuendone perciò l'azione erosiva. È probabile che si giunga ad un certo momento in cui l'attività del mare sarà nulla:

Fig. 341. — Evoluzione d'una costa rocciosa per erosione marina (= arretramento della costa) e sedimentazione fluviale (= avanzamento della spiaggia).

la costa sarà così giunta alla *fase senile* quanto ad attività marina di escavazione.

Prima però di raggiungere tale fase la costa passa attraverso una fase giovanile nella quale la forma è *unita* (cioè senza sporgente e rientranze) o *articolata* (cioè frastagliata) a seconda che si

Fig. 342. — La « Guglia di Etretat » e la « Porta di Aval » sulla costa normanna: opera dell'abrasione marina su coste a strati teneri e orizzontali. Si noti anche la piattaforma leggermente emersa in periodi di bassa marea. (*Da Robin*).

offrono all'erosione del mare un solo tipo di roccia o diversi tipi aventi diverso grado di erodibilità. Del primo caso sono tipiche le *falesie* (o « *falaise* ») della Francia sett., importuose perché alte e continue fronteggiate da scogli a forma di torri o di guglie e interessate da porte, ecc. Del secondo caso sono le coste della Liguria dove la frequente alternanza di rocce molto e poco erodibili determina la formazione di numerose piccole insenature, cale e calette oblique separate da altrettanti promontori o da brevi lastroni verticali.

Fig. 343. — I « faraglioni » di Capri, lembi residui dell'erosione marina (*Fot. Brunner*).

3. - **Azione di trasporto e sedimentazione meccanica.** — La azione sedimentare marina può essere *meccanica* e *fisico-chimica*.

Vediamo prima la sedimentazione meccanica.

1) Le onde tendono spesso ad asportare dalla spiaggia quanto possono, usando poi di questi materiali per colmare i dislivelli ed *eguagliare le irregolarità sottomarine*. In tal modo mentre il profilo d'una regione subaerea, soggetta ai più diversi agenti degradatori, è molto irregolare ed in genere concavo verso l'alto, quello d'una regione coperta del mare è tranquillo e eminentemente convesso.

2) Se l'onda possiede una maggiore velocità d'andata di quella di ritorno, giunta alla spiaggia tende ad abbandonare il materiale sotto forma di *cordoni di spiaggia*, costituiti da materiale e corpi leggeri (sabbie, alghe, gusci di molluschi, camicie di crostacei, stelle di mare).

Fig. 344. — Il Capo Nord (Norvegia): vecchia superficie spianata (nonostante la dura roccia granitica e in banchi verticali), poi sollevata ad altopiano. (Da *Orbis Terrarum*).

Fig. 345. — L'Isola Bella, ai piedi di Taormina (Sicilia), unita alla terraferma da un cordone sabbioso costruito dal moto ondoso a spese del materiale roccioso della stessa isola e della costa. (*Fot. Licari, Taormina*).

3) A mare discretamente mosso, in corrispondenza della linea secondo cui l'onda di andata incontra quella di ritorno, il materiale trasportato precipita, formando col tempo alte *barre litoranee* nell'aperto mare, parallele alla spiaggia, prima sottomarine e che poi divengono subaeree; si formano i *cordoni litoranei*, fissati col tempo dalla vegetazione e davanti ai quali nello stesso modo se ne formano altri o altre serie tutte parallele alla spiaggia.

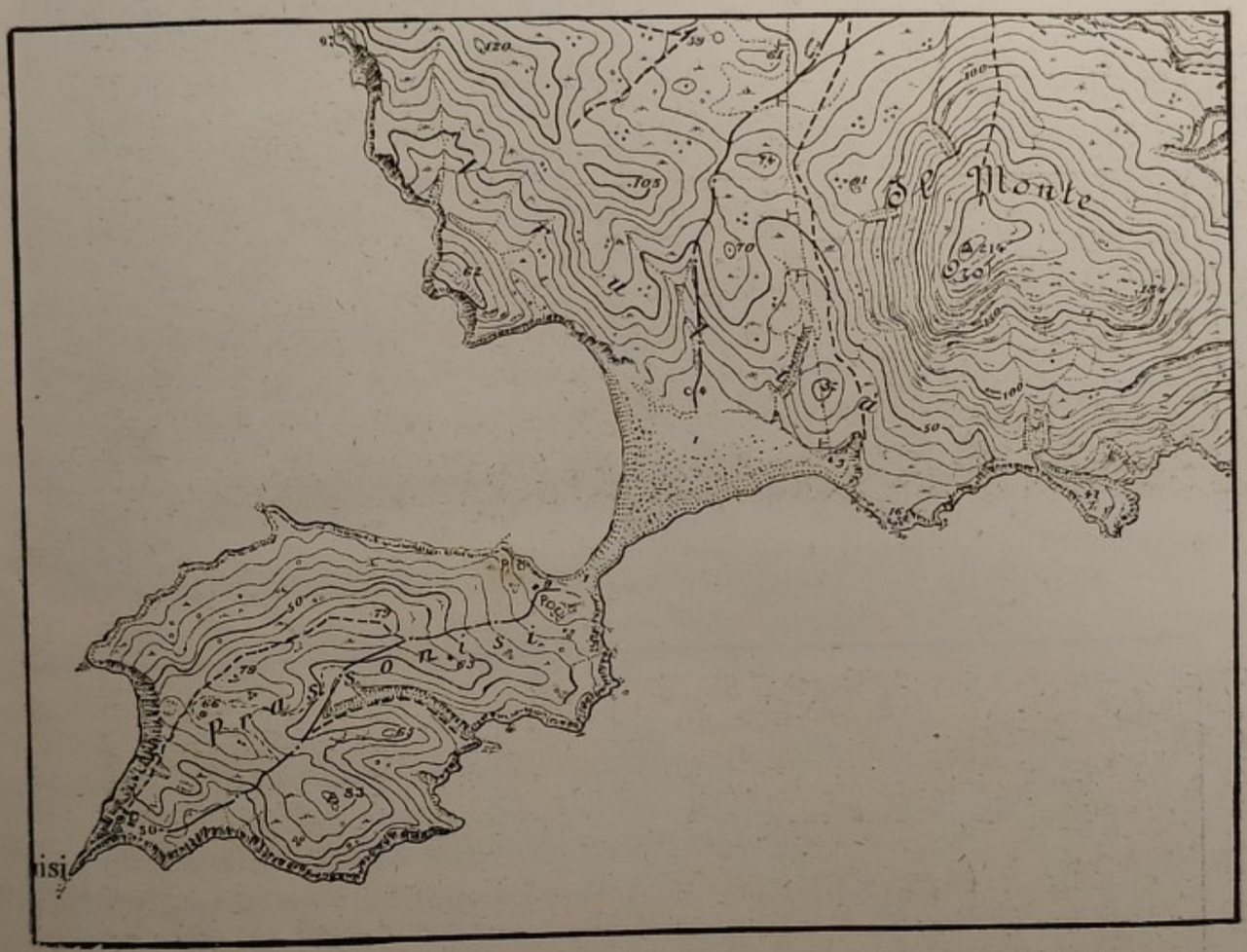


Fig. 346. — Isoletta saldata alla terraferma presso Rodi. Si confronti con la figura 341.

4) Le onde, cozzando obliquamente contro una rupe sgretolabile o contro una spiaggia ghiaioso-sabbiosa dove questa è rientrante, possono trasportare le sabbie più leggere secondo la direzione propria, venendo così a costituire una diga che si inoltra sempre più nel mare e che può qualche volta tagliar fuori definitivamente quell'insenatura dal rimanente mare aperto. Belli esempi di questo fenomeno, detto della *trasmigrazione delle sabbie* si hanno sulle rive tedesche del Baltico dove si formano dei lunghi cordoni prominenti racchiudenti lagune. Talora questi lidi si incurvano a uncini (lido uncinato antistante a Messina). Sulla spiaggia Tirrenica i cordoni di sabbia (chiamati *tómboli* o tumuleti) hanno spesso congiunto molti isolotti co-

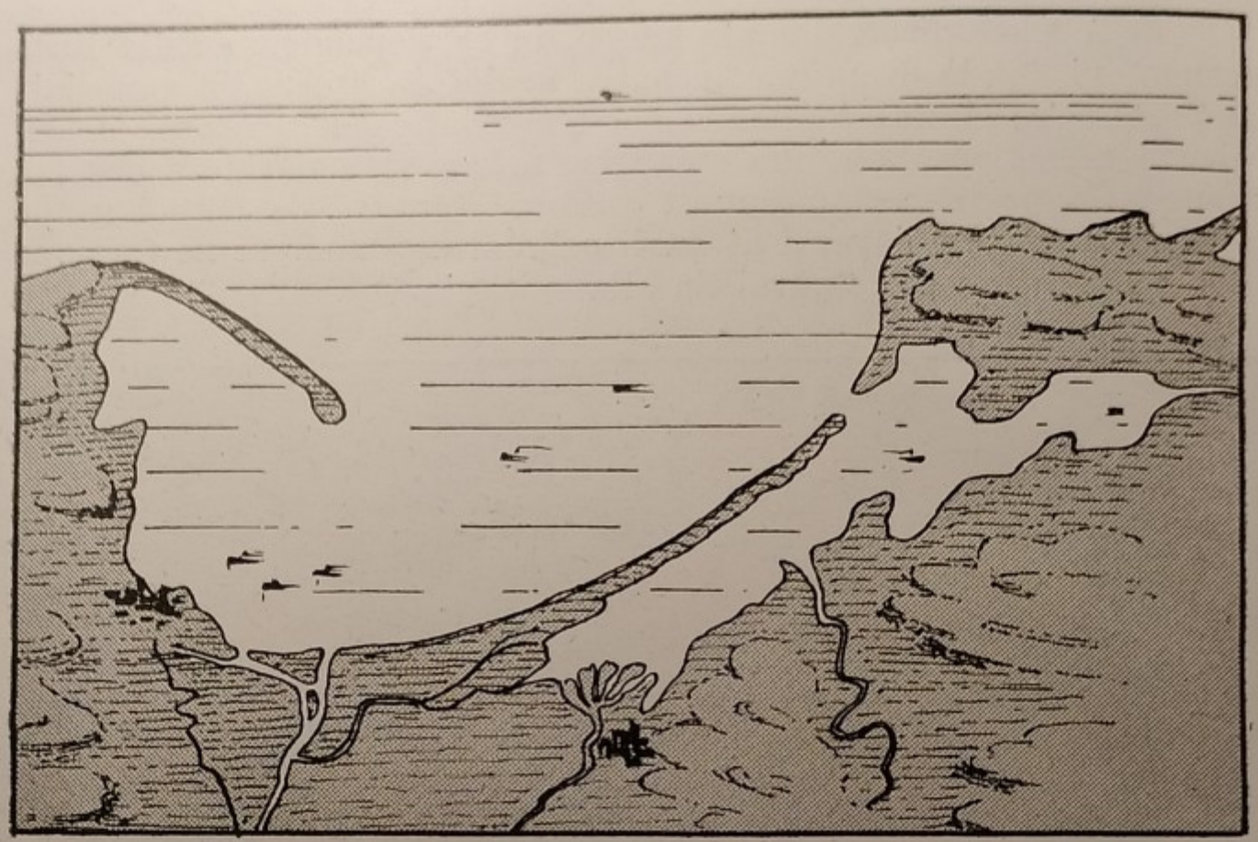


Fig. 347. — Lidi sabbiosi a uncini, innestati alla terraferma, separanti piccoli golfi (Danzica, Königsberg) dall'aperto M. Baltico: trasmigrazione delle sabbie per attività di correnti di striscio (Foce della Vistola a Danzica).

Fig. 348. — Il Lago di Fusáro sulla costa del Tirreno (Napoli, Campi Flegrei) causato da una lunga lingua sabbiosa (coperta di bosco) costruita dal mare.

stieri alla terra ferma, trasformando le isole in penisole che racchiudono tuttavia spesso laghi salsi (Orbetello; Capo Argentario); i laghi di Lesina e Varano (Gargáno) e del Fusaro (Campania) sono appunto tratti di mare tagliati fuori da cordoni di sabbie trasmigrate.

Fig. 349. — Messina con lido uncinato che chiude lo specchio delle acque del porto. Di fronte sta la sponda Càlabra con l'Aspromonte.

Cordoni litoranei e lingue sabbiose vanno sotto il nome di *lidi*.

5) Si formano poi, più in alto mare, sempre con materiali provenienti dallo sgretolamento delle rocce costiere erose dal mare o dalle torbide portate dai fiumi, altri depositi detti per l'appunto *terrigeni*.

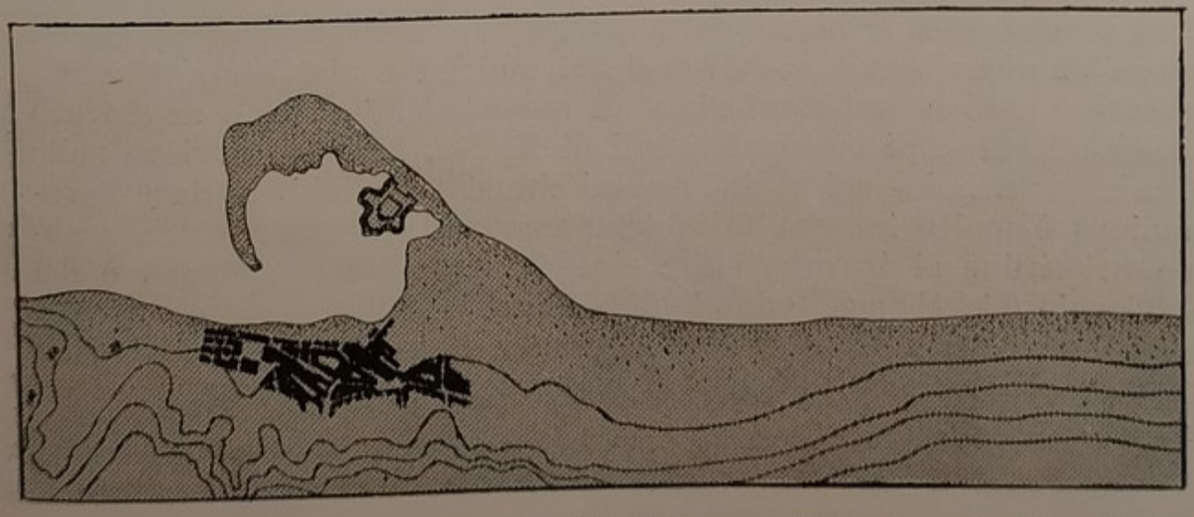


Fig. 350. — L'uncino sabbioso costruito dal mare davanti a Messina: l'Uomo utilizza il tranquillo specchio d'acque racchiuso come ottimo porto.

6) Finalmente sotto i 5000 metri si formano i *depositi abissali* costruiti con detriti vulcanici e con pulviscolo atmosferico precipitato nel mare; nel complesso determinano *argille rosse*.

Fig. 351. - - Le Saline di Dante a Capo Hafun (Somalia). (Ed. *Frascarolo*).

4. - **Sedimentazione fisico-chimica.** — Le spiagge sono sovente fino ad una certa profondità incrostate da calcare ($CaCO_3$) che forma talora una superficie piana detta *panchina*, costituita spesso da un insieme di piccolissimi noduli (calcari oolitici e pisolitici). Più importante è però la sedimentazione di gesso ($CaSO_4.2H_2O$) di cloruro di sodio (NaCl) e di molti altri sali di K, Na, Mg. Ciò avviene nelle saline naturali, cioè nei bacini marini chiusi o semichiusi, dove l'evaporazione è molto intensa (alta temperatura, secchezza d'aria); abbondanti saline si trovano sulle rive del Mar Nero (Crimea) e del Mar Caspio (Carabugas), ed è studiando queste saline naturali attuali che si è riusciti a comprendere alquanto il modo con cui si sono formati molti sedimenti antichi di salgemma (Sicilia, Stassfurt, Cardona di Spagna).

CAPITOLO LXV

Azione degli organismi sul modellamento della superficie terrestre - Influenza dell'uomo sul mondo fisico e biologico

Gli organismi rappresentano un importantissimo fattore nella modificazione continua della superficie terrestre. A questa azione contribuisce non soltanto la mole degli animali e dei vegetali, ma più che tutto il loro numero e la loro grande diffusione su amplissime regioni. Anzi i più minuti viventi sono quelli che maggiormente a ciò contribuiscono. La loro azione è varia: *distruttrice, modificatrice, protettiva, costruttiva.*

1. - **Azione distruttrice.** — È minima rispetto a quella costruttiva.

1) Alcuni *molluschi* corrodono coi propri acidi, secreti da loro ghiandole particolari, i calcari più compatti (es. litódomi: colonne del Serapeo di Pozzuoli, grotte emerse dal mare perforate da litódomi), altri corrodono i legni più duri (terédini).

2) I *licheni* (le tipiche simbiosi tra funghi e alghe) sono i più accaniti disgregatori e distruttori delle rocce più compatte e più levigate, non esclusi i graniti.

3) Le *radici* degli alberi, per la forza di accrescimento, allargano al pari del gelo le piccole spaccature delle rocce. Però l'azione di questi giganti della natura vegetabile sono ben poca cosa rispetto a quella della minuscola ma ben più diffusa piccola vegetazione di licheni e muschi.

2. - **Azione modificatrice.** — Intendiamo: azione modificatrice chimica. Ed anche in questa azione il merito principale, quasi esclusivo, spetta ai minimi della natura organizzata, ai bacteri, ecc.

I *bacteri* delle putrefazioni e delle fermentazioni trasformano e decompongono le sostanze organiche in gas e sostanze minerali inor-

ganiche, rendendo alla terra ed all'aria ciò che prima gli stessi organismi dalla terra e dall'aria hanno preso. Così per es. si ha formazione di NH_3 che presa dai bacteri nitrificanti viene ossidata in HNO_3. Questo, intaccando i derivati dalle rocce silicatiche, p. es. di K, forma KNO_3 cioè il salnitro. E gli esempi si potrebbero centuplicare. Gli organismi morti, le foglie secche ed i tronchi d'albero caduti sul terreno, in tal modo trasformati dai bacteri, vengono a costituire il terriccio minuto, l'*humus*, adattissimo alla vegetazione.

Fig. 352. — Roccia perforata da foladi (= datteri di mare). (Da *Robin*).

3. - **Azione protettiva.** — Per avere un'idea di quanto può fare la vegetazione per la protezione del terreno bisogna recarsi in qualche regione che abbia subíto un diboscamento o che già da tempo sia priva di piante e di bosco: le acque selvaggie asportano quanto di materiale leggero si frappone alla loro vertiginosa corsa a valle. Le piante regolano questo andamento torrentizio delle acque, sia per le radici che incatenano i granuli del terreno disgregato, sia per il maggior assorbimento di acqua da parte delle piante stesse, sia per la traspirazione che meglio regola la circolazione aerea del vapore acqueo. Donde la necessità pratica che i terreni ripidi o friabili siano coperti di fitta vegetazione e soprattutto di alberi e quindi necessità di rimboschimenti in zone che siano prive del manto vegetale.

4. - **Azione costruttiva.** — È nelle costruzioni e nelle sedimentazioni che gli organismi manifestano tutta la loro potenza. Basta pen-

sare che le nostre montagne dolomitiche del Trentino sono un impasto di gusci di molluschi marini e di scheletri di coralli; e così dicasi di quasi tutte le regioni d'Italia. Evidentemente sono gli organismi provvisti di scheletri o di gusci di sostanza inorganica che possono avere importanza in questo campo.

Considereremo una sedimentazione *terrestre* (organismi terrestri), una *lacustre* (organismi di acqua dolce) e una *marina* (organismi di

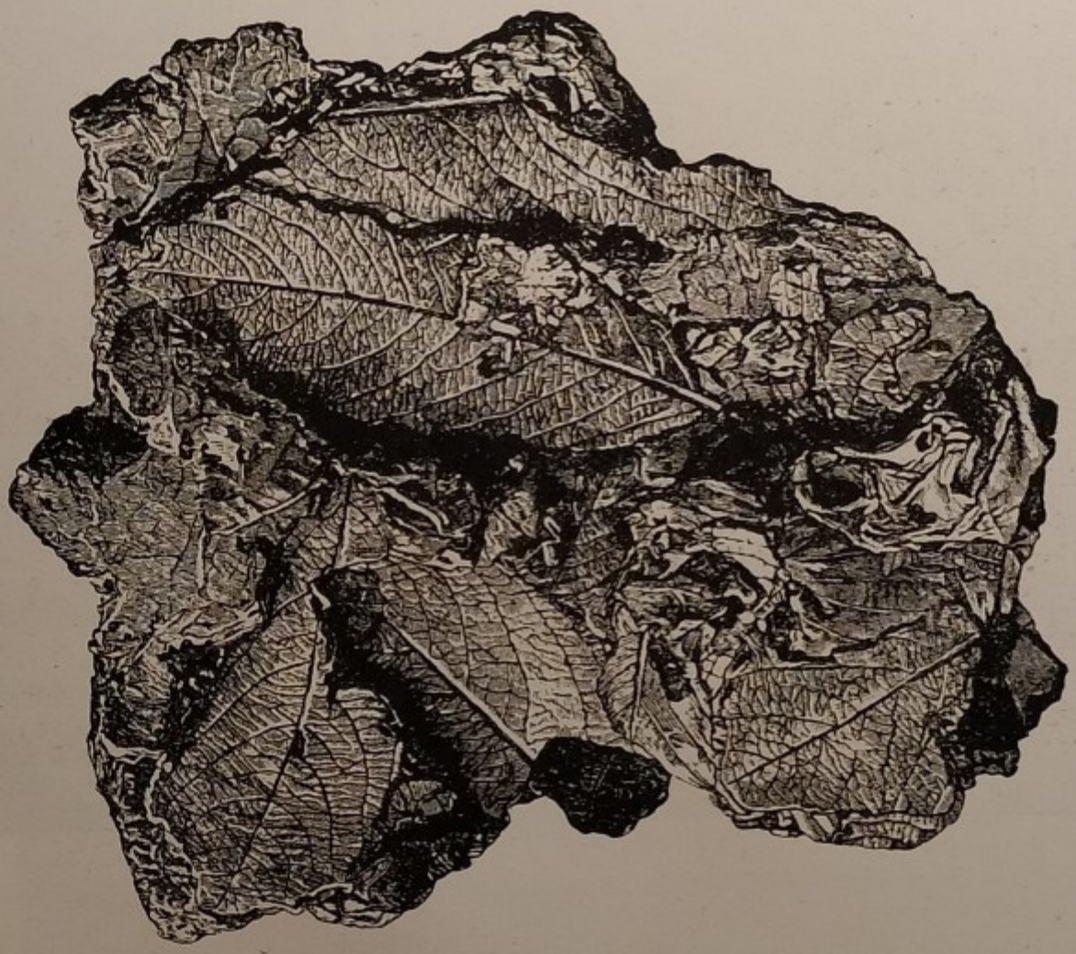


Fig. 353. — Incrostazioni di calcare travertinoso su foglie di nocciolo.

acqua salata), senza fare una vera e propria distinzione tra l'azione dei vegetali e degli animali, vivendo essi generalmente insieme e quindi insieme abbandonando le loro spoglie più resistenti.

Sedimentazione terrestre. — Gli animali terrestri sono più difficili ad essere conservati; l'aria con i suoi componenti e con i microbi della putrefazione che sempre vi abbondano allo stato di vita latente, impedisce che possano formarsi depositi di qualche spessore: d'altronde gli organismi di terraferma sono una minoranza rispetto a quelli viventi nelle acque, specialmente salate. Notiamo:

1) le *brecce ossifere*, formate da ossa di vertebrati, talvolta da scheletri umani frammisti ai rifiuti di pasti, il tutto cementato da impregnazioni calcarifere o sepolti tra i sedimenti argillosi o ghiaiosi.

Sono abbondanti nelle grotte dei terreni calcari (Prealpi, Carso, Costa Ligure, Sicilia); in sabbie e ghiaie fluviali (zanne e scheletri di elefanti, ecc. trovate nelle sabbie di Arena Po presso Stradella).

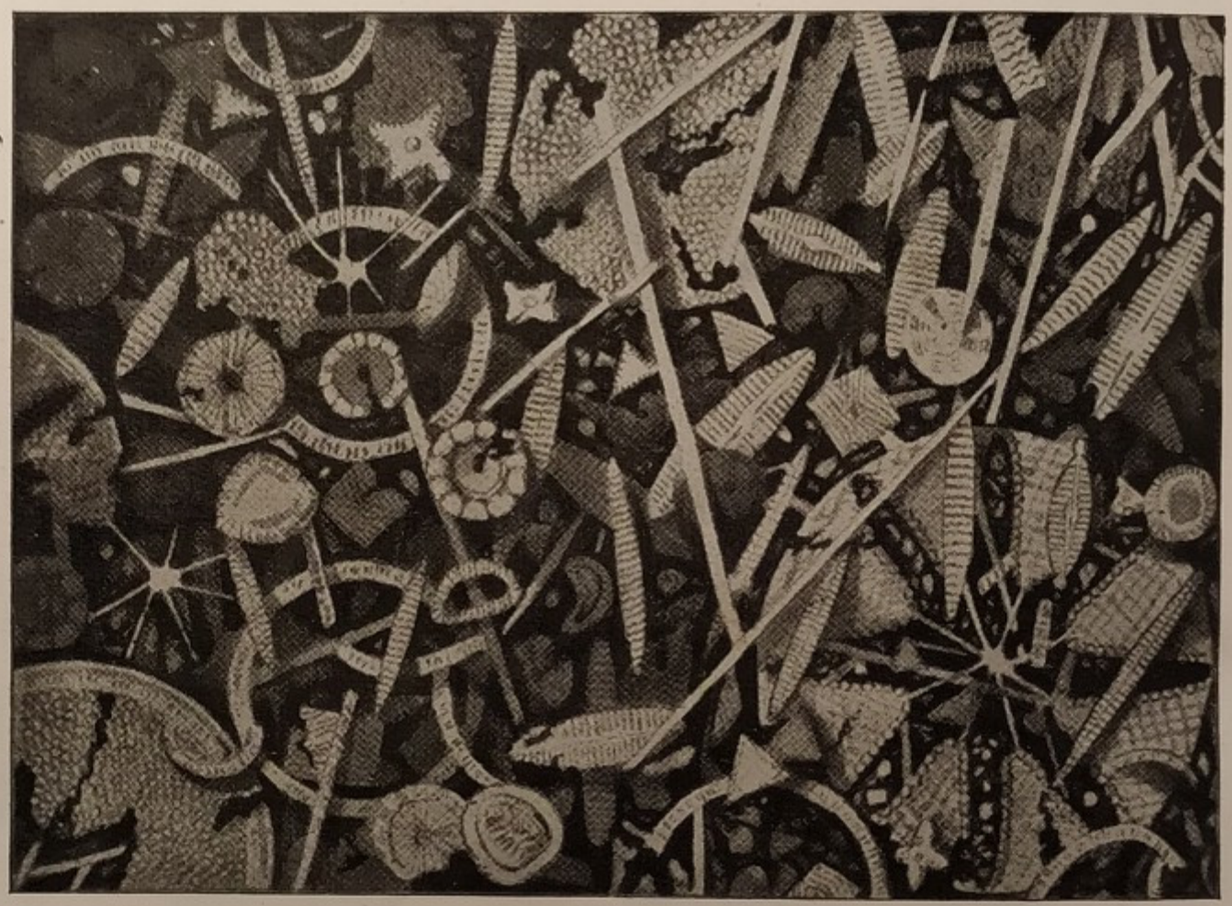


Fig. 354. — Fanghiglia marina costituita di diatomee.

2) *Guaniere*. — Sono giacimenti risultanti di materie fecali di vari animali frammiste ai loro stessi scheletri depositativi per lunga sere di anni e col concorso di un gran numero di individui.

Grandiose guaniere che si formano lungo le coste aride del Perù e su alcune isole vicine frequentate ed abitate in permanenza da un gran numero di uccelli carnivori voracissimi della famiglia dei gabbiani e dei pellicani che si nutrono di pesci e che quindi possono vivere su quelle coste prive di vegetazione.

Il guano è costituito in tal caso dalle loro escrezioni, dalle loro uova, dai loro scheletri ed ha una struttura grossolanamente stratificata. La conservazione, e quindi lo sviluppo di tali guaniere dipende dalla secchezza dell'aria (gli alisei di SE provenienti dall'Argentina si sono privati di tutta la loro umidità cozzando ed innalzandosi sopra le Ande).

3) *Fosforiti.* — Hanno un'origine spesso simile a quella delle guaniere (Tunisia, Carolina).

SEDIMENTAZIONE LACUSTRE.

1) *Travertino* (= lapis tiburtinus = pietra di Tivoli): è carbonato di calcio che viene abbandonato dalle acque calcarifere intorno a vegetali o a scheletri di animali.

2) *Ferro delle paludi.* — Lo Spirillum ferrugineum (bacterio) trasforma il Fe CO_3, sciolto comunemente nelle acque in limonite,

Fig. 355. — Giacimento di carbone con tronchi di alberi ancora in posizione verticale.

sia per formare uno scheletro, sia per una attività paragonabile a quella dgli innumerevoli microbi della putrefazione e delle fermentazioni. Si formano così delle pellicole superficiali di limonite insolubile, che poi precipitano al fondo, innalzando questo sempre più.

3) *Diatomee.* — Le minuscole diatomee si foggiano uno scheletro di silice idrata; quando sono in grande abbondanza con la loro morte danno origine a imponenti sedimenti silicei. Tale è l'origine

del tripoli detto anche Farine fossile e anche Tripoli (da Tripoli di Siria) e Farina di Santa Fiora (M. Amiata).

4) *Legni fluitati.* — È su questo e sulle torbiere che vogliamo piuttosto fermare la nostra attenzione, perché è appunto in dipendenza di questi fenomeni che hanno probabilmente avuto origine i grandiosi giacimenti di carbon fossile.

I grandi fiumi che passano attraverso sterminate foreste, dopo le loro grandi piene, ritirandosi nell'alveo normale, vi trasportano insieme una grande quantità di tronchi, rami, foglie ed anche di interi alberi divelti dalla furia delle acque, che nel complesso formano talora zattere gigantesche lunghe anche 50-100 chilometri. È questo il caso del Mackenzie, del Mississipì, del Rio delle Amazzoni ed anche del nostro Po in conseguenza di disastrose piene.

Queste isole galleggianti, che talvolta ingombrano la navigazione, dopo un trasporto più o meno lungo vengono abbandonate insieme col terriccio e sabbie lungo le sponde o alla foce dove formano depositi potenti; e per la mancanza d'aria circolante in quel feltro denso di rami e di foglie, e per la tranquillità delle acque scorrenti e per altre cause che vedremo a proposito delle torbiere, si trasformano prima in giacimenti torbosi e poi in carbon fossile. Secondo alcuni, i giacimenti di carbon fossile non sarebbero dunque sempre formati da foreste seppellite e sommerse in posto (e questo viene provato da molti fusti carbonizzati trovati nelle miniere ancora verticali, nella posizione originaria), ma spesso da legni travolti e fluitati e poscia abbandonati negli imponenti delta od estuari di immense fiumane.

5) *Torbiere.* — Ai margini delle paludi e delle conche lacustri le cui sponde si immergono nelle acque a debole pendenza, si sviluppa rigogliosa una abbondantissima vegetazione oltre che di alghe verdi e di ninfee e di lenticchie d'acqua galleggianti, anche, e specialmente, di muschi e di canne; si forma quindi un feltro densissimo atraverso il quale male può filtrare l'aria e l'acqua. Le parti basse delle piantine rimangono così soffocate e su di esse e sul terriccio che ne riempie gli spazi sviluppansi altri muschi (spore disseminate dai primitivi muschi) pei quali si ripete la sorte dei precedenti, a favore di altri muschi che su di essi nuovamente crescono. Lo sviluppo della vegetazione non è solo verticale ma anche in direzione orizzontale con una tendenza quindi a colmare la palude o la conca lacustre, mano mano guadagnando il centro. Per la mancanza di aria negli strati ricoperti, la vegetazione morta, invece di andar soggetta alla putrefazione o fermentazione normale (mancano appunto, per la mancanza di ossigeno, anche i microbi delle comuni fermentazioni e putrefazioni), viene carbonizzata per mezzo particolarmente del bacterio *Micrococcus carbo*, che si trova nel suo vero ambiente, e che spezzando la molecola ternaria C (H_2O), provoca l'eliminazione parziale di O e di H e quindi l'aumento relativo in percentuale del C. Infatti mentre la percentuale di carbonio nei muschi è del 48 %, nella prima torba è del 54 %. È questa l'origine delle *torbiere*.

Fig. 356. — Le piatte rive paludose di un lago dell'alta pianura lombarda (L. di Comabbio) occupate da fitta vegetazione di alghe, di muschi e di erbe palustri. (*Fot. Nangeroni*, 1925).

Fig. 357. — Antico lago di escavazione glaciale (notare i dossi rocciosi che lo sbarrano) colmato dalla vegetazione e cioè trasformato in torbiera. La torba è qui oggetto di redditizio sfruttamento. Alpe Acquanegra m. 2200 in Valtellina. (*Fot. Nangeroni*, 1928).

In Italia si hanno: *torbiere alpine* (Piccolo S. Bernardo); *prealpine* (lago d'Iseo); *di fiume e di delta derivati da legni fluitati* (Codigoro).

La torba essicata e compressa viene usata direttamente per riscaldamento; oppure, con la distillazione secca, si può ricavare da essa: acetone, acido acetico, alcool metilico, catrame, ecc.

Fig. 358. — L'interno della torbiera di Acquanegra: strato di muschi e tronchi di larice e di cembro. (*Fot. Nangeroni*).

Sedimentazione marina. — È la più imponente. Lo scheletro degli organismi marini è calcareo o siliceo. Le specie marine variano col variare delle profondità, della lontananza dalle coste, della temperatura, della salsedine, dalla presenza o meno di vegetazione, ecc. Avremo dunque formazioni diverse in dipendenza di questi vari fattori.

1) *La sedimentazione profonda* è rappresentata da *fanghiglie a radiolari* (abissali) e *fanghiglie a diatomee* (mari freddi) dallo scheletro siliceo; poi da *fanghiglie a foraminiferi* con scheletro calcare.

2) *La sedimentazione litoranea* è rappresentata da *brecce conchigliari* (frammenti di gusci di molluschi, di vermi, di echinodenni e di coralli), da *fanghiglie a foraminiferi* viste sopra, poi da *alghe incrostanti* che impregnano di calcare il loro tallo e formano oggi-

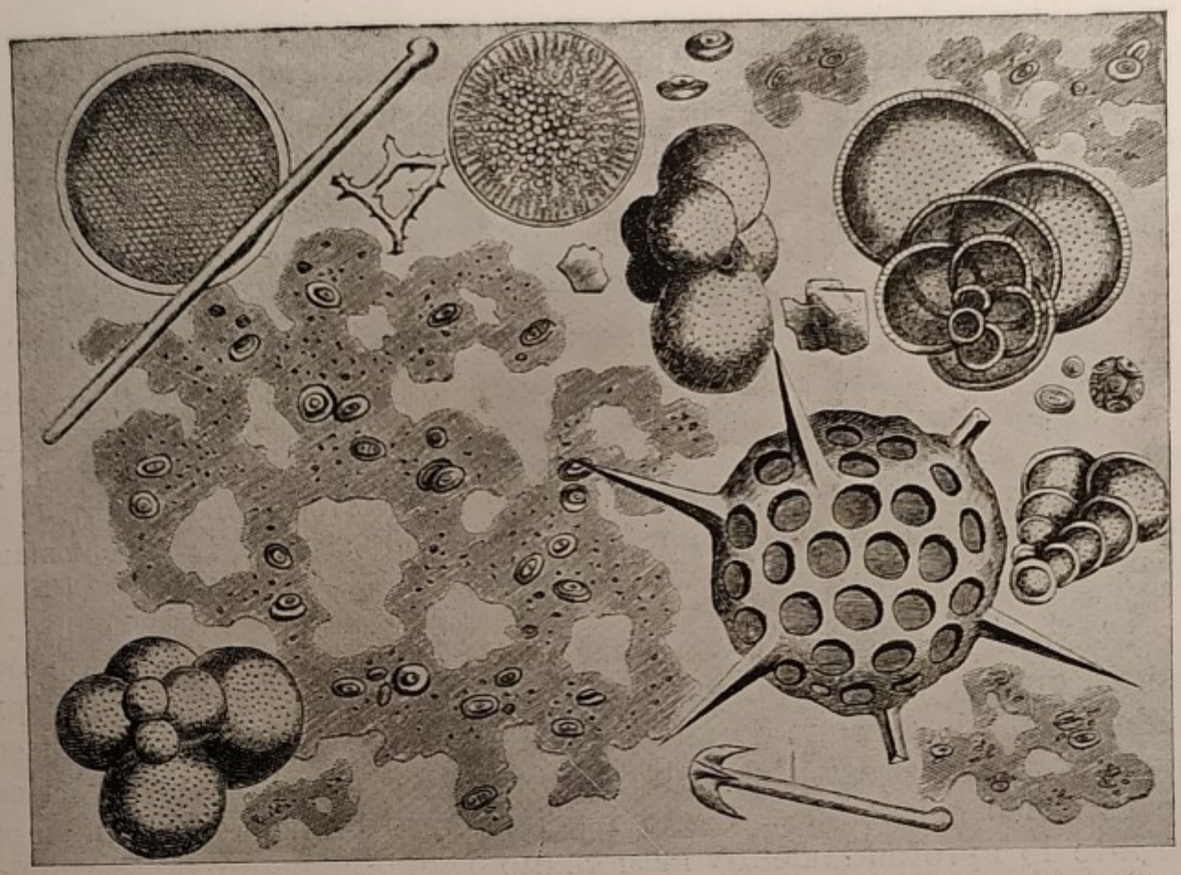


Fig. 359. — Fanghiglia marina: radiolari silicei, foraminiferi globulari calcari, diatomee silicee discoidali, spicule di spugne, ecc.

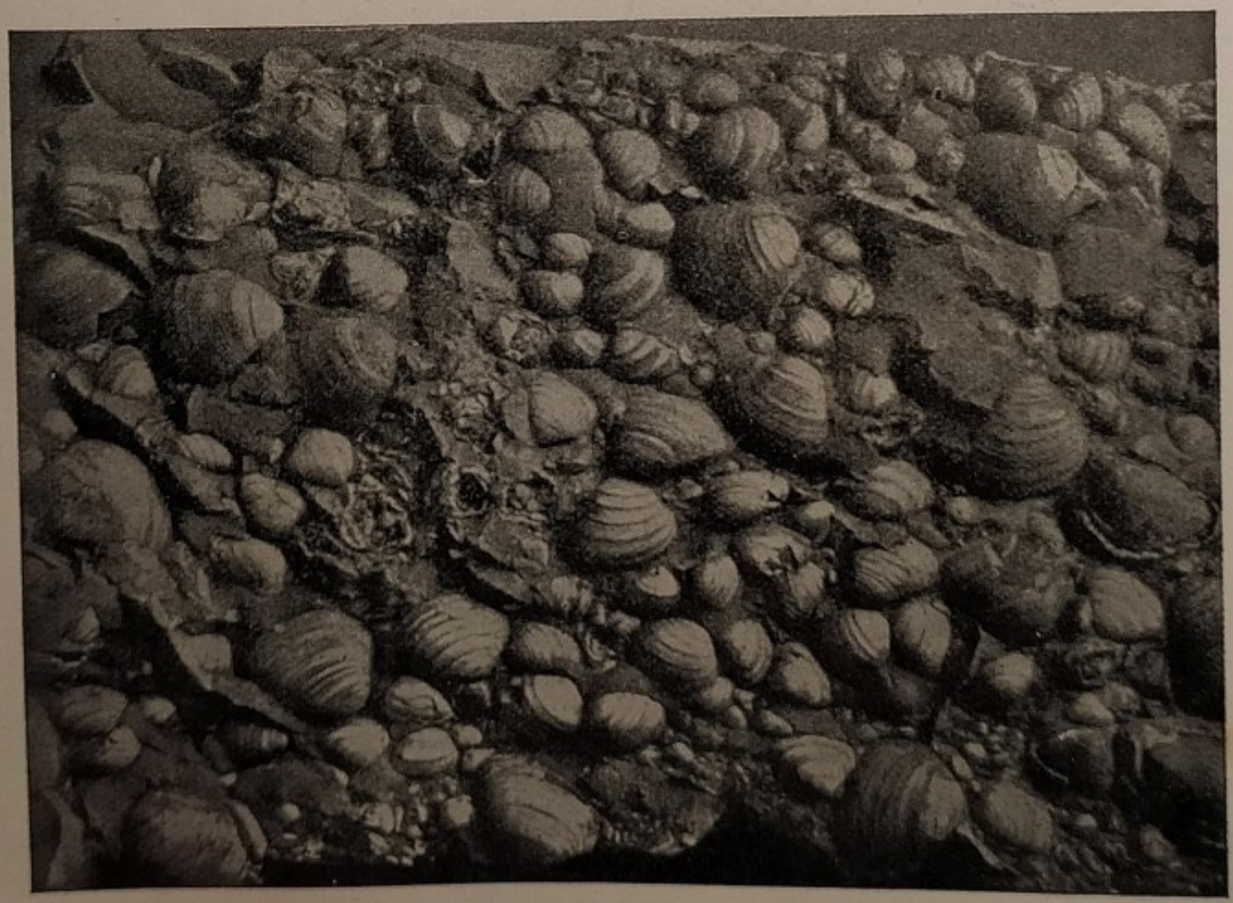


Fig. 360. — Calcare conchiglifero (sedimento marino fossilizzato).

giorno (G. di Napoli) e formarono un tempo dei depositi potenti ed estesi (molti strati di rocce dolomitiche e calcari); ma soprattutto dalle *costruzioni coralligene*. Sono in modo particolare i corallari (madrepore, fungie, coralli) che coi loro scheletri contribuirono e contribuiscono ancora attualmente a modificare la superficie terrestre, innalzando il fondo marino. Intendiamo quei corallari socievoli (polipi), che vivono in colonie (polipai) di innumerevoli individui riuniti in steli o in massi più o meno voluminosi dallo scheletro calcare.

Le condizioni per la formazione di queste colonie sono: una temperatura media annua non inferiore ai 20°; una profondità massima di m. 35, vivendo però anche al livello della bassa marea; basamento di roccia compatta, non argillosa, preferibilmente vulcanica; acqua salata corrente, e non torbida per limo fluviale. Queste condizioni limitano molto, come si vede, le regioni marine in cui si sviluppano i corallari.

Si formano così delle scogliere, delle barriere e delle isole coralline, le quali spesse volte poggiano su una base rocciosa molto profonda perché la regione è andata col tempo abbassandosi, cui ha corrisposto una crescita del polipaio più rilevante in senso verticale che in senso orizzontale. Certo i primi coralli formatisi sono morti durante lo sprofondamento man mano raggiungevano la profondità di 40-45 metri circa, ma sono rimasti i loro scheletri, riempiti nelle maglie, da terriccio, da gusci di molluschi, ecc.

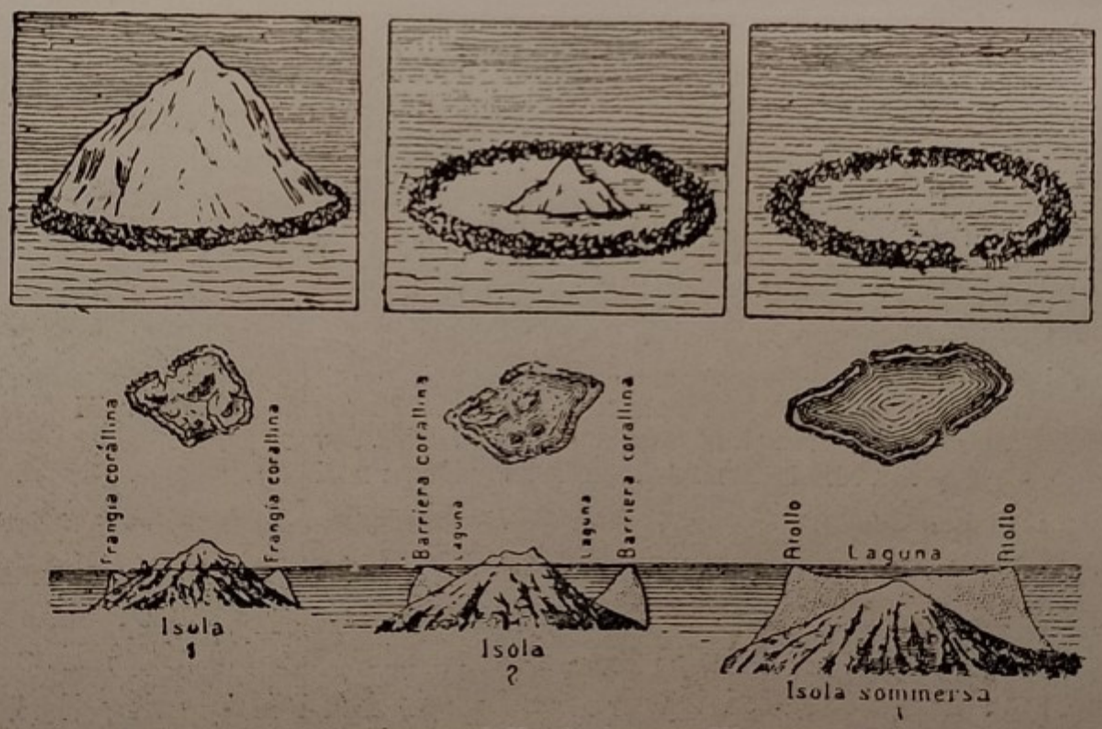


Fig. 361. — Origine delle isole coralline ad Atollo.

Gli scogli e gli isolotti corallini aumentano continuamente di numero e di ampiezza; molti stretti e canali che un tempo erano navigabili ora non lo sono più per l'irregolare ma costante crescita di queste costruzioni che si

Fig. 362. — Alghe fossili (Gyroporelle) che insieme ai coralli hanno contribuito alla formazione delle dolomiti trentine. (Da *Mosna*).

Fig. 363. — Coralli di un'isola corallina.

sviluppano in modo veramente prodigioso. Una gigantesca barriera costruita da numerosissime scogliere e isole è quella che accompagna al largo la sponda orientale dell'Australia raggiungendo la lunghezza di quasi 2000 km.

Notevole è poi la forma ad anello assunta da alcune isole coralline, chiamate *atolli*. Darwin per spiegare tale forma anulata ricorreva ad un continuo abbassamento di un isolotto, attorno al quale si erano sviluppate le madrepore, abbassamento al quale doveva corrispondere una attività costruttiva maggiore in senso verticale che orizzontale; ed è la teoria più accettabile. Gli atolli racchiudono una laguna più o meno comunicante con il mare per mezzo di canali; alle diverse condizioni di salsedine tra il bordo esterno e quello interno corrispondono generi e specie diverse di corallari e di altri animali e d'alghe marine viventi quasi in società con essi.

4. - **Influenza dell'uomo sul mondo fisico e biologico.** — L'uomo dotato di intelligenza e di volontà, già dalla sua prima comparsa, soprattutto allo scopo di utilizzare ai propri fini le forze brute

Fig. 364. — Come l'Uomo modifica una terra: palude millenaria trasformata, per volontà del Duce e per la laboriosità del popolo italiano nella fertile pianura di Littoria.

di natura e gli organismi, assunse ben presto una grande importanza nel modificare gli aspetti della superficie terrestre e la distribuzione dei viventi (animali e vegetali).

1) I principali fatti che dimostrano *l'influenza dell'uomo sul mondo fisico* sono: la regolarizzazione dei corsi d'acqua (rimboschimento, argini, dighe, chiuse), a scopo agricolo o per navigazione; il prosciugamento di zone paludose (canali collettori di drenaggio, pompe idrovore, dighe), sia continentali (bonifica dell'Agro Romano), sia marine (bonifica delle spiagge venete; trasformazione dello Zuider

Fig. 365. — L'isola di Nisidia (Napoli), antico cratere vulcanico, saldata alla terraferma (Posillipo) per opera dell'uomo. (*Ed. Terni*).

Fig. 366. — Il Canale di Corinto che separa il Peloponneso (a destra) dalla Grecia (a sinistra), visto da ovest.

Zee olandese in polders coltivati); il congiungimento di isole a continenti con dighe (Isola Nisida congiunta a Posillipo); la separazione di continenti mediante il taglio degli istmi naturali fino a de-

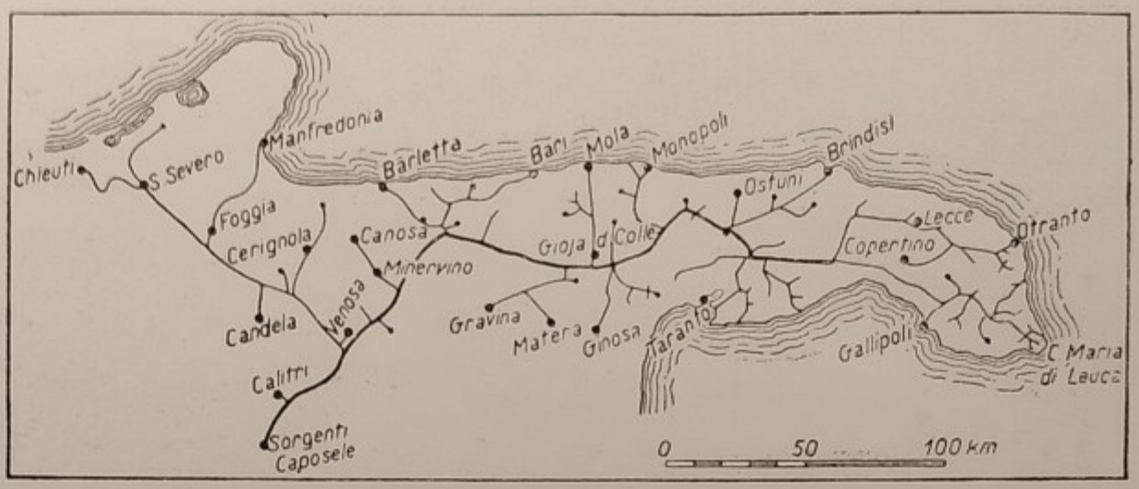


Fig. 367. — La canalizzazione costruita dall'Uomo nell'arida zona pugliese (= Acquedotto Pugliese) che ha così deviato verso l'Adriatico e l'Ionio le acque del Tirreno.

rivarne canali a livello del mare (Corinto, Suez), o di poco più elevati (Panama); scavo di gallerie (per miniere, per strade, per ferrovie, per canali, per fortificazioni); sfruttamento di giacimenti minerali o co-

Fig. 368. — Una parte del Canale di Panama, elevato a circa 30 m. sul liv. degli oceani che collega.

munque di materiali rocciosi utili; spianamento di dossi e di pendii (per costruzioni, per coltivazioni, per campi d'atterraggio), ecc.

2) Grandissima si manifesta poi l'*influenza dell'uomo sulla distribuzione dei vegetali e degli animali*, soprattutto dopo la vittoria sugli agenti fisici. Le terre coltivate rappresentano oggi circa il 18 % di tutte le terre emerse. Lo sforzo di coltivazione si è esercitato su un numero piccolissimo di specie: circa trecento sulle 200 mila specie vegetali conosciute. Dai vegetali l'uomo ha saputo ricavare: alimenti, bevande, abiti, materiali da costruzione, prodotti per abbellimento, prodotti industriali, medicine, ecc. Il paesaggio determinato così dall'agricoltura e dalla silvicoltura è spesso totalmente diverso da quello spontaneo.

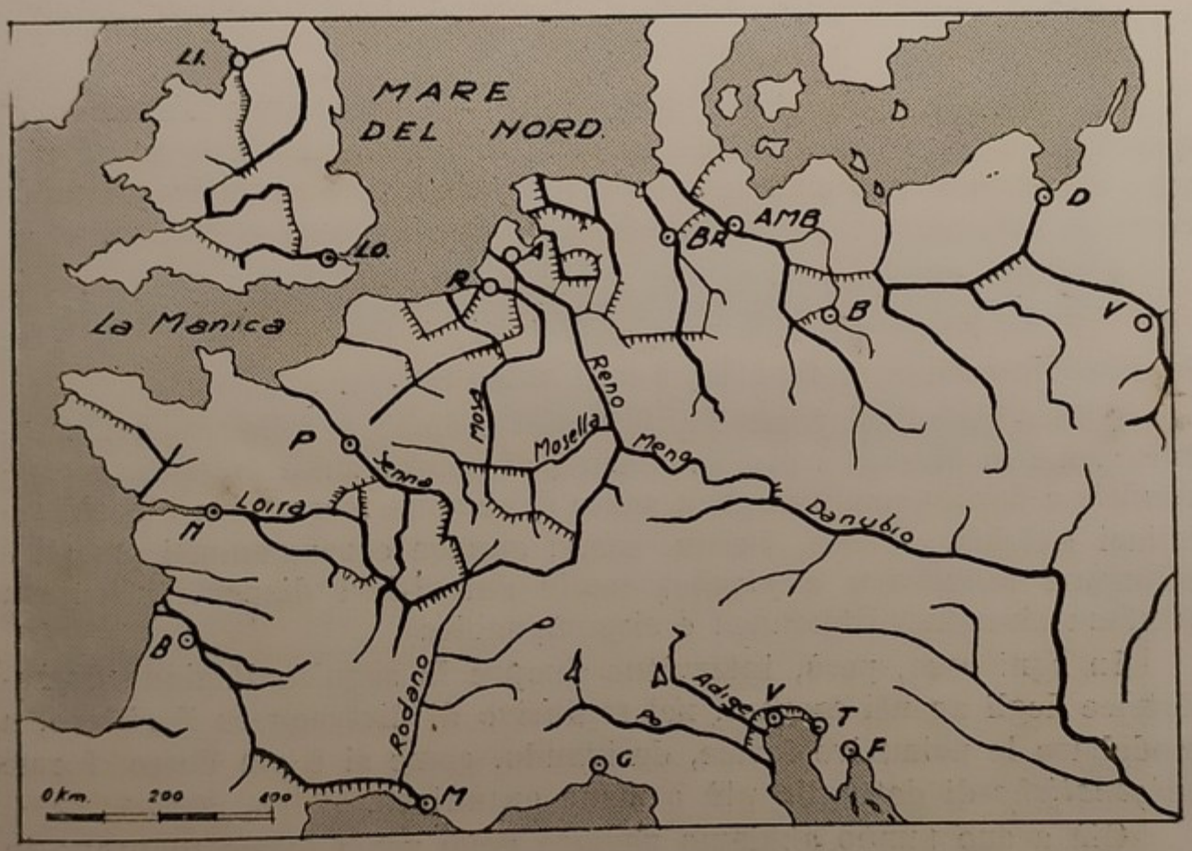


Fig. 369. — Favorito dalle condizioni naturali, l'Uomo ha collegato fra loro quasi tutti i fiumi dell'Europa centrale e orientale.

Così dicasi per la trasformazione del paesaggio faunistico in seguito all'addomesticamento di poche, ma importantissime specie animali che l'uomo sfrutta per il lavoro dei campi, per trasporto, per difesa e per offesa, per godimento e soprattutto per ricavare alimento e vesti.

Di tutto ciò si vedrà meglio nell'ultima parte (Geografia antropica).

CAPITOLO LXVI

Rilievi terrestri - Valli

1. - **Origine dei rilievi terrestri.** — Quasi come riepilogo di quanto si è visto diffusamente intorno ai fenomeni endogeni ed esogeni è possibile ora dare uno sguardo generale e sintetico al modo come si originano i rilievi terrestri, e cioè i monti e le colline.

I rilievi sono dovuti a uno dei due seguenti fatti:

1) ad *accumulo rilevante di detriti;* è così che hanno origine le dune, le colline moreniche, i coni vulcanici.

2) a grandiosi *fenomeni tettonici* e cioè: a sollevamenti, fratturamenti in blocchi e profondamenti di alcune zolle (*struttura orizzontale a faglie*) com'è di gran parte delle zone terrestri a blocchi tabulari (Africa, Arabia, Decan, ecc.); oppure corrugamenti stretti e allungati (*struttura a pieghe*) com'è dei rilievi disposti a catena (Catena circummediterranea e circumpacifica).

In ogni caso, però, interviene sempre in seguito l'azione degradatrice degli agenti esogeni, nel tentativo di distruggere il rilievo, a modellare le primitive forme, derivando, come si è già detto, forme *epigenetiche* di dettaglio più o meno grandioso.

Già a suo tempo abbiamo parlato delle varie forme montane in rapporto sia alla struttura (degradabilità della roccia, inclinazione degli strati), sia al particolare agente esogeno che ne ha modellato le forme. Ora esaminiamo quindi le valli.

2. - **Valli e loro tipi.** — Si hanno tre tipi fondamentali di valli.

1) Alcune sono situate *tra depositi* morenici, eolici o vulcanici e si può perciò dire che esistono in quanto esistono le colline che le accompagnano.

2) Altre occupano il *fondo delle conche tettoniche* (sinclinali, fratture), senza che l'erosione abbia lavorato molto nel modificare il solco; si possono chiamare valli d'origine tettonica; ma è ben diffi-

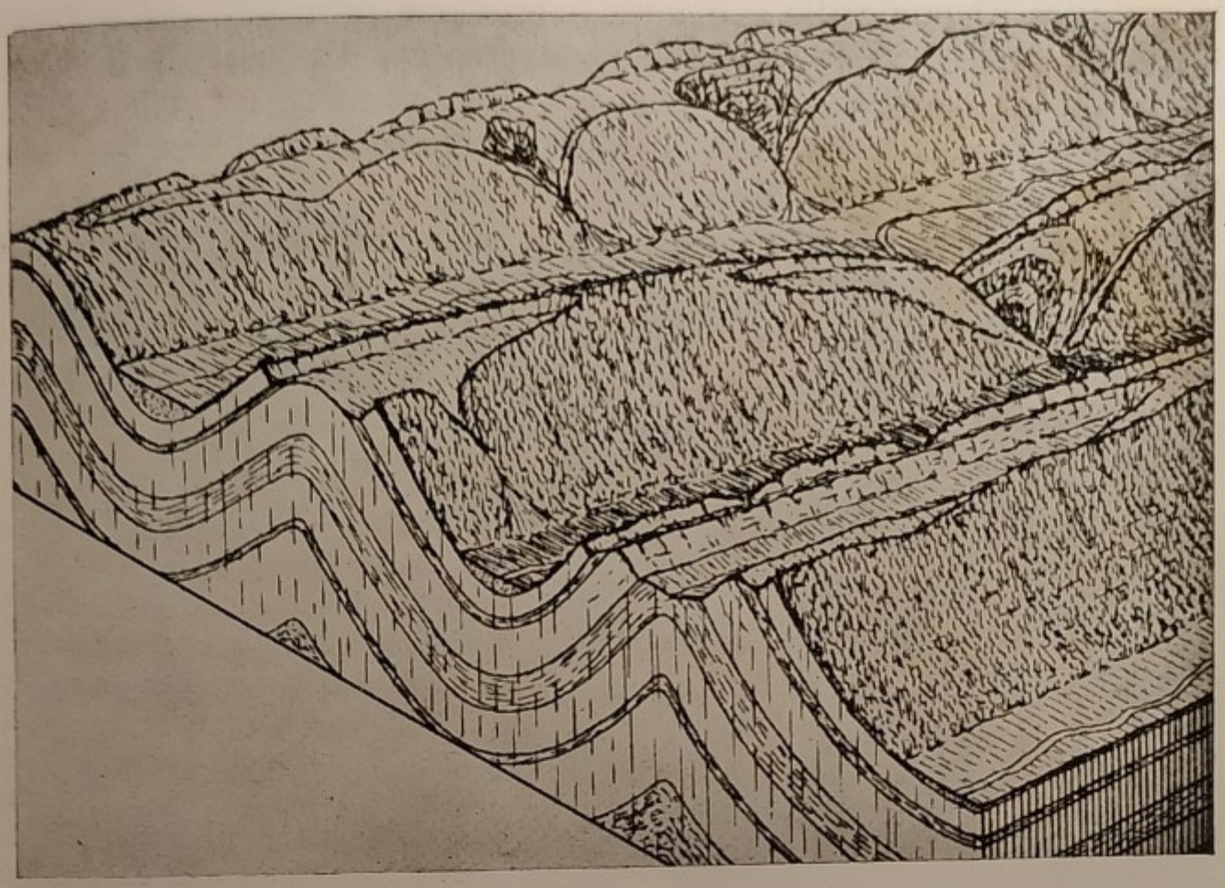


Fig. 370. — Valli longitudinali in corrispondenza delle cerniere delle anticlinali e delle sinclinali nel Giura. Il piegamento degli strati è avvenuto superficialmente e durante lo sviluppo del fenomeno ecco le acque occupare dapprima le creste delle anticlinali (solcandole) e poi le concavità delle sinclinali.

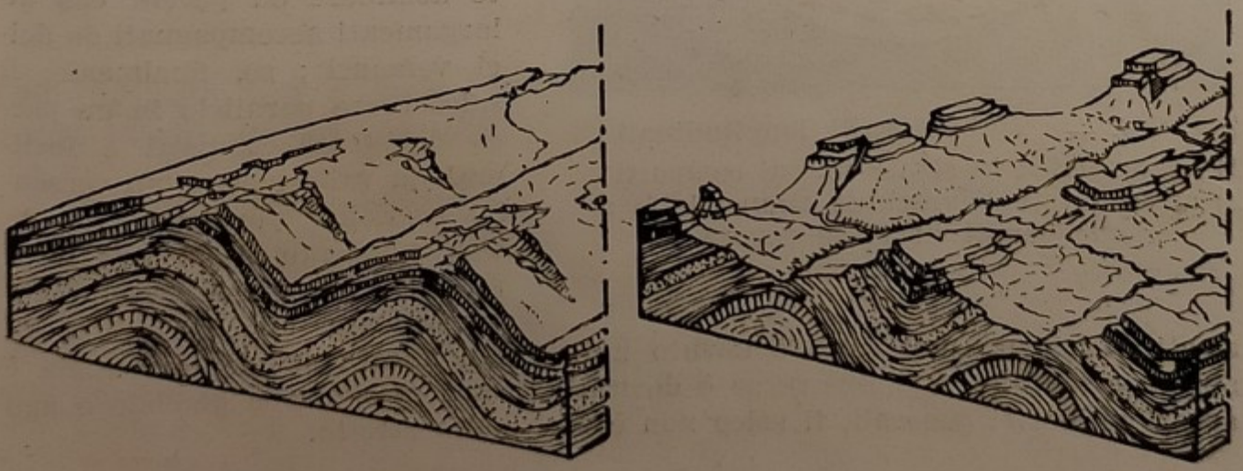


Fig. 371. — Evoluzione d'una regione piegata soggetta all'azione degradatrice degli agenti esogeni. L'erosione ha fatto sì che le cime di montagne siano date in questo caso dal fondo delle sinclinali e le valli dal vertice delle anticlinali. Una vera inversione del rilievo esterno rispetto alla struttura interna.

cile stabilire se una valle è dovuta a erosione piuttosto che a fatto tettonico e quale dei due fatti abbia prevalso nel determinare il solco. Una valle è certamente ed esclusivamente tettonica quando si può dimostrare che se non fossero intervenuti fatti tettonici la valle non esisterebbe né avrebbe la forma che ha.

3) Altre finalmente, ed è il numero maggiore senza dubbio, sono dovute all'*erosione d'un corso d'acqua e degli agenti meteorici generali,* associati nella distruzione d'un rilievo, e magari anche all'ulteriore *erosione glaciale.*

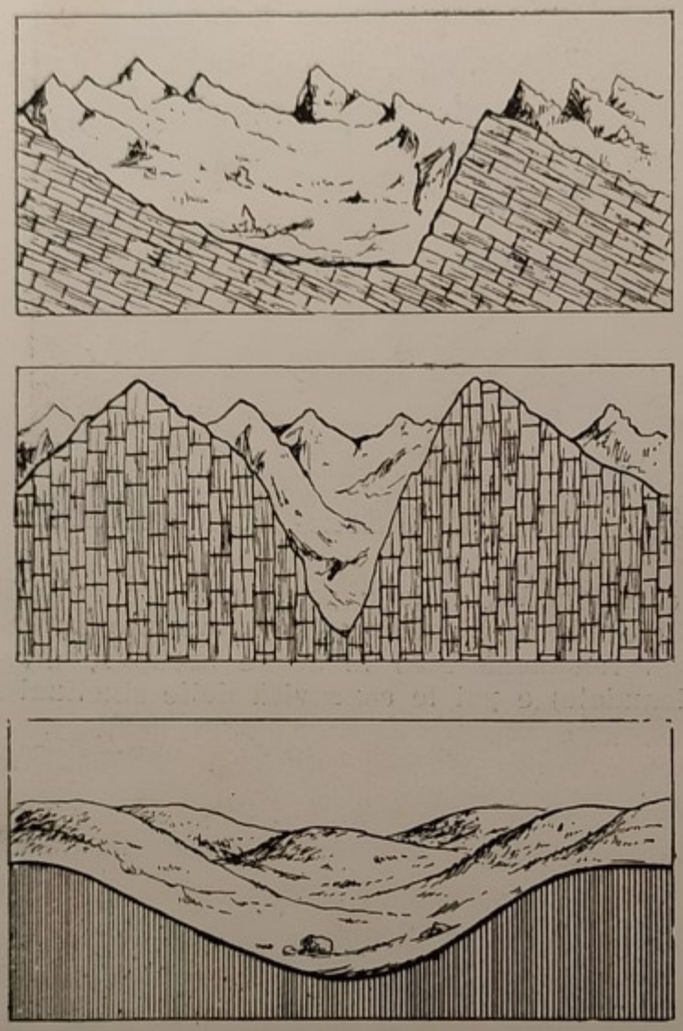


Fig. 372. — Tipi di valli longitudinali: 1) asimmetrica in strati obliqui compatti; 2) aspra in strati verticali compatti; 3) a lenti pendii in rocce tenere.

Le forme di queste ed il loro paesaggio è in rapporto soprattutto al grado di erodibilità della roccia e al modo come gli strati rocciosi sono disposti. Così in generale se le rocce sono molto erodibili il fondo valle è largo e i versanti salgono a dolce pendenza; se le rocce sono compatte e sono disposte in modo da mostrare dovunque le testate al solco, la valle mostra versanti ripidi o ripidissimi; se le rocce che affiorano lungo il solco sono alternativamente tenere e compatte, la valle cambia di aspetto col cambiare della natura delle rocce (alternanza di strette dominate da pareti, con allargamenti accompagnati da dolci versanti); se, finalmente, il solco corre parallelo in un pacco di strati compatti e inclinati, la valle mostra un versante a dolce pendenza (quello corrispondente alla faccia degli strati) e uno ripido (quello corrispondente alle testate degli strati). Inoltre: se il solco è dovuto unicamente a escavazione torrentizia è stretto e profondo (= forra), se è dovuto anche a escavazione glaciale e agli agenti meteorici generali, il solco non è mai molto stretto.

Si usa poi fare un'altra suddivisione: *valli longitudinali* e *valli trasversali* a seconda che corrono parallele o perpendicolari alla catena. E, in base a quanto si è visto più sopra, concluderemo: le valli longitudinali (che sono parallele non solo alla catena montana, ma in

generale anche agli strati) sono uniformi perché per tutta la loro lunghezza è sempre lo stesso tipo di roccia che affiora (Valtellina bassa), mentre le valli trasversali sono molto varie di aspetto per-

Fig. 373. — Vallone alpino trasversale nel quale confluiscono brevi vallette longitudinali asimmetriche (per la inclinazione degli strati, alternativamente teneri e compatti) nell'alta Valle d'Aosta. (*Fot. Brocherel*).

ché tagliano più o meno perpendicolarmente i più diversi tipi di rocce (Valli Brembana e Seriana, Valtellina alta).

Ma è ben difficile che una valle sia, dalle origini allo sbocco, tutta d'un sol tipo. Generalmente è costituita da tronchi successivi longitudinali e trasversali. Così (si veda una carta delle Alpi!) l'Adda ha un solco prima longitudinale asimmetrico (Stelvio-Bagni di Bormio), poi trasversale (Bagni di Bormio-Tirano), poi longitudinale in strati verticali (Tirano-Colico), indi trasversale attraverso numerose pieghe (Lago di Como-Lecco).

PARTE III

PETROGRAFIA E GEOLOGIA

CAPITOLO LXVII

Le rocce - Elementi di petrografia

1. - **Nozioni generali.** — *Le rocce sono miscele di minerali identici o diversi che, in masse più o meno voluminose, entrano nella costituzione della crosta terrestre solida* (= litosfera).

La scienza che studia le rocce chiamasi *petrografia* o *litologia*. Le rocce possono essere studiate sotto i più diversi aspetti: per la composizione *chimica* (silicatiche, carbonatiche), per la composizione *mineralogica* (calcaree, dolomitiche, gessose), per la *compattezza* (cementate, incoerenti), per la *struttura* (cristalline, amorfe), per le diverse *proprietà fisiche* (tenere, dure) e *proprietà pratiche* (difficilmente e facilmente levigabili come rispettivamente sono le pietre e i marmi). Ma noi le esamineremo sopratutto dal punto di vista della loro *origine;* ed è in base a questo criterio che stabiliremo la loro classificazione. Tale studio tornerà molto facile ora che abbiamo già esaminato i fenomeni endogeni ed esogeni non solo come agenti distruttori e modificatori, ma anche come costruttori delle rocce.

2. - **Classificazione delle rocce in base all'origine.** — Si hanno dunque:

1) *Rocce vulcaniche*: prodotte da fenomeni vulcanici antichi, recenti o attuali (= lave).

2) *Rocce sedimentari*: formatesi con i materiali abbandonati dalle acque (fluviali, lacustri, marine), dai ghiacciai, dai venti, dagli organismi, ecc. (= argille, sabbie, ghiaie).

3) *Rocce metamorfiche*: derivate da rocce delle prime due categorie ma che poi, sottoposte a enormi pressioni e ad alte temperature, vennero rese scistose e cristalline da massicce e amorfe che prima erano.

Tutte le rocce che costituiscono la crosta terrestre possono essere catalogate in qualcuno di questi tre gruppi. Raccogliete un sasso da terra; è arrotondato; dunque proviene da sedimentazione fluviale. Esaminatelo bene; forse è un sasso di porfido, dunque deriva da una montagna vulcanica, dalla quale

venne staccato ed asportato dalle acque torrentizie; forse invece è un sasso calcare che trattato con acido cloridrico determina un'effervescenza di CO_2: proviene dunque da una montagna calcare.

Per avere un'idea delle rocce non v'è bisogno di recarsi sulle nude montagne; ogni sasso è un pezzo di roccia, lo zoccolo della vostra casa è forse formato da una roccia chiamata arenaria, macigno, ceppo; le colonne, di roccia granito; il tavolo della vostra cucina è ricoperto da un lastrone di roccia detta marmo. Il tutto estratto dalle viscere della Terra e generalmente dalle montagne.

3. - **Rocce vulcaniche.** — Indizi che una roccia è d'origine vulcanica, sebbene antichissima e sebbene situata in una regione che oggi non ha più nulla di vulcanico, sono sopratutto l'*esame chimico* e l'*esame mineralogico* da cui si riconosce in essa una identità di composizione con le lave attuali sulla cui origine endogena non vi possono essere dubbi.

Per esempio, l'esame chimico e mineralogico delle rocce di cui sono formati alcuni colli del Vicentino e alcuni monti del Bolzanese ci dice che esse hanno composizione analoga alle lave emesse talvolta dall'Etna e dal Vesuvio. Dunque quella roccia è vulcanica e quella regione, oggi tanto tranquilla, era un tempo coperta da vucani.

Si debbono però distinguere, tra le vulcaniche, quelle *intrusive* e quelle *effusive*.

Le *intrusive* derivano da magmi vulcanici che, saliti di poco sopra il focolare magmatico, sono rimasti a solidificare intorno alle altre rocce; in tal caso il lento raffreddamento, la persistenza di gas mineralizzatori e la pressione delle rocce sovraincombenti hanno favorito una evidente cristallizzazione dei singoli elementi minerali. Tale è il granito le cui masse sovente affiorano in superficie perché l'erosione le ha scoperchiate del mantello di altre rocce nelle quali il magma granitico si era intruso.

Le *effusive* derivano invece da magmi vulcanici che sono riusciti a espandersi all'esterno del cratere formando così delle colate di lava; in tal caso il rapido raffreddamento e la perdita di gas mineralizzatori ha impedito o limitato di molto la cristallizzazione per cui si presentano quasi sempre vetrosi e bollosi (= lave) oppure a grossi cristalli immersi in una pasta informe (= porfidi).

Tra le *rocce vulcaniche intrusive* sono notevoli:

1) *I graniti,* costituiti da miche, da quarzo e da ortose; la tinta è generalmente chiara e l'aspetto granuloso (come indica il nome). Importanti: il granito roseo di Baveno (Lago Maggiore) usato per colonnati; il granito bianco della Calabria (Sila) e della Sardegna (Caprera); il serizzo ghiandone e altri tipi grossolani del M. Bianco, del Gran Paradiso e della Val Màsino (Valtellina).

2) *Le sieniti* scarse o prive di quarzo, con tinta alquanto grigiastra; usate come i graniti. Importanti: la sienite d'Egitto (dal-

Il granito è formato da quarzo, mica e feldspato

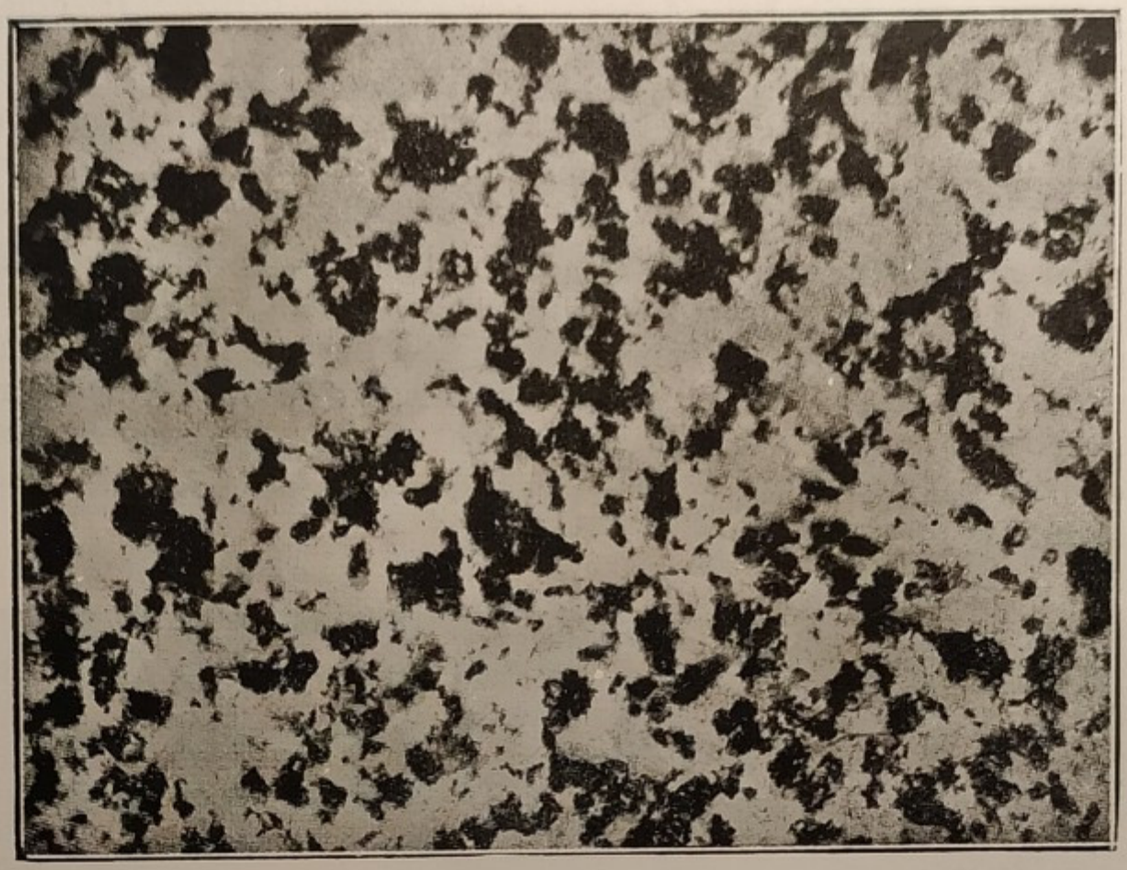


Fig. 374. — Diorite dell'Adamello (roccia granitoide).

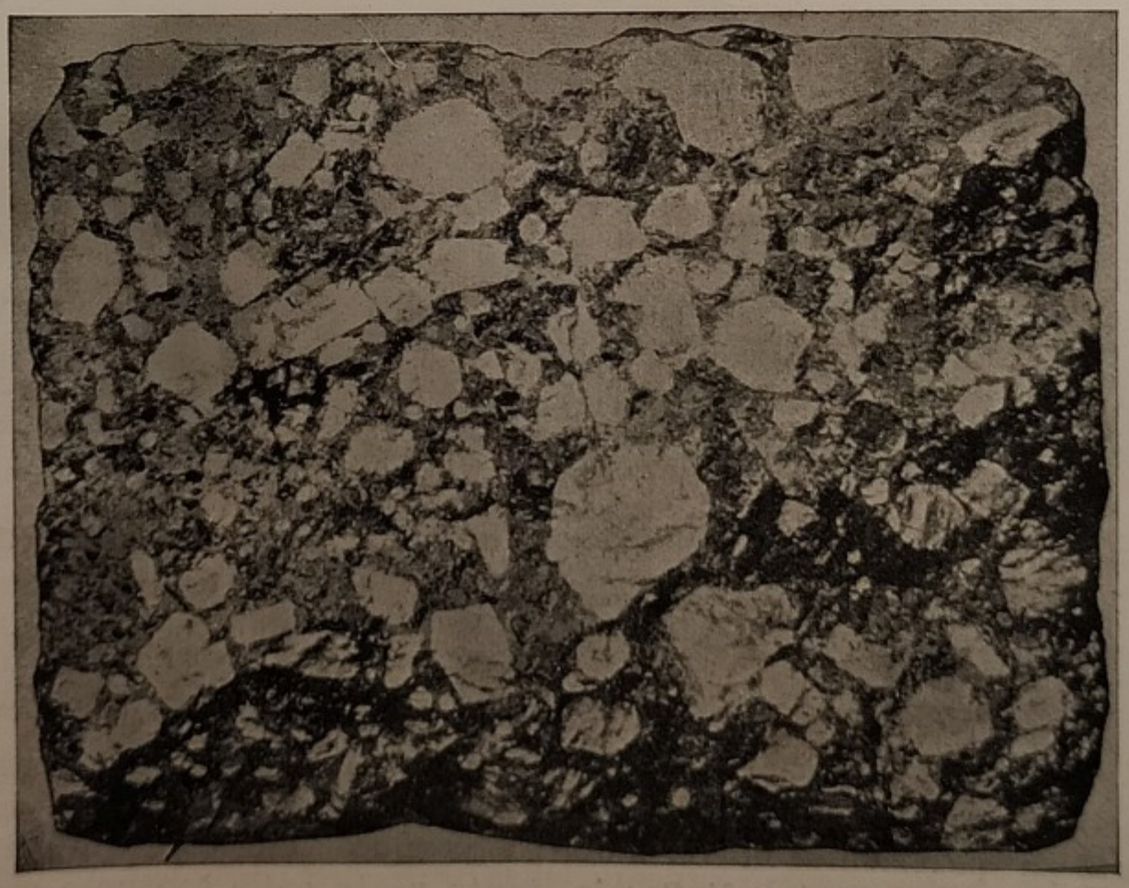


Fig. 375. — Porfido: grossi cristalli immersi in una pasta informe e omogenea.

l'antica Siene, l'odierna Assuan sul Nilo) e la sienite di Andorno (Biella).

3) *Le dioriti*, ricche di minerali colorati e scuri (anfiboli e pirosseni), hanno perciò tinta più scura delle precedenti. Importante è la diorite dell'Adamello (detta anche *tonalite*) e del Bernina.

4) *I gabbri*, costituiti da molti silicati di ferro e magnesio, e cioè spesso da molta olivina che imprime il color verde. Sono facilmente levigabili e talora sono usati come pietre da costruzione di discreto valore. Importanti: il verde di Prato (Toscana); poi le rocce costituenti il Monviso, il Breithorn e il Disgrazia nella catena alpina, per quanto alterate quasi sempre in serpentino e perciò da collocarsi oramai tra le rocce metamorfiche.

Fig. 376. — Conglomerato grossolano costituente la testa e le punte della Penisola di Portofino. (*Fot. Nangeroni*).

Tra le *rocce vulcaniche effusive*, antiche e recenti, sono notevoli:

1) *I porfidi*: vere colate di lava effuse da vulcani antichissimi. Importanti: il porfido rosso del Varesotto e del Bolzanese, molto usato per pavimentazione stradale; il porfido rosso antico d'Egitto e il porfido verde antico di Grecia, tanto usato nelle sontuose costruzioni egiziane e romane.

2) Le *trachiti,* abbondanti sui colli Euganei, presso Padova, sede di un antico centro vulcanico costiero; usate col nome di *maségna* per lastrico di strade e anche per mácine da mulino (alcune romane rinvenute tra le ceneri di Pompei).

3) I *basalti,* a grana finissima quasi omogeneo, di color nerastro, ricchi di silicati di ferro. Importanti, anche per il fenomeno del clivaggio colonnare, sono quelli dell'Etna (valle Alcántara, scogli dei Ciclópi), della Scozia e dell'Islanda, del Bolzanese, ecc.

4. - **Rocce sedimentari.** — Sono in perfetta antitesi con quelle eruttive.

Loro caratteristiche sono:

1) di essere quasi sempre *stratificate,* a differenza delle vulcaniche che almeno in origine sono massicce;

Fig. 377. — Breccia conglomeratica: ciottolame trasportato e cementato.

2) di risultare dai *materiali più vari,* disgregati, aventi le più diverse origini, generalmente trasportati prima, abbandonati poscia dai vari agenti costruttori ed infine più o meno cementati in modo da costituire rocce compatte.

Possono aver avuto origine:

1) dal disgregamento fisico-meccanico di altre rocce, spezzate e ricementate insieme con altre, generalmente dopo avvenuto il trasporto (= *Rocce clastiche*);

2) dal disgregamento chimico (soluzione) e quindi per deposito chimico o chimico-fisico di sostanze sciolte nelle acque (= *Rocce di deposito chimico*);

3) da scheletri di organismi (= *Rocce di deposito organogeno*).

5. - **Rocce clastiche.** — Derivano dalle ghiaie, sabbie e argille essicatesi e spesso cementate. Ecco le principali:

1) *Conglomerato*: è costituito da ciottoli grossolani ma ben arrotondati, cementati generalmente da calcare; è dunque di origine fluviale.

Fig. 378. — Sezione attraverso un calcare pisolitico, concrezionato. E' evidente l'origine da sedimentazione acquea attorno a nuclei di attrazione.

2) *Breccia*: è costituita da sassi o schegge angolose cementate; derivano da detriti di frana cementati; esempi sono: il *marmo Portovenere* o *Portóro* (frammenti di calcare nero venato di giallo), il *Marmo Polcévera verde* (frammenti di serpentino e di calcare cementati) e il *marmo rosso di Levánto* (1).

---

(1) Quando si dice marmo dovrebbe intendersi solo la roccia calcare; comunemente invece si intende una roccia qualsiasi purché suscettibile di bella pulitura e levigatura. Quindi oltre che di calcare, i marmi possono essere costituiti anche da serpentino (tenero), da malachite (carbonato di rame), ecc. Invece i graniti, ed in genere le dure rocce silicatiche, sono dette semplicemente pietre, come pietra è pure il conglomerato, costituito di sassi silicatici od anche calcari e misti.

3) *Arenaria*: è composta di piccoli grani di sabbia più o meno arrotondati e cementati. Derivano dunque da sabbie alluvionali o lacustri, e talvolta eoliche o marine di spiaggia. In esse sovente si possono anche rinvenire fossili, perché la lenta e fine sedimentazione non li ha sconvolti o distrutti. Una arenaria notevole per la sua compattezza è il *macigno* della Toscana e dell'alto Appennino emiliano, usato per lastricare e per macine da mulino.

4) *Argille*: costituite da elementi finissimi, argillosi, più o meno cementati. Sono prodotte da deposito lacustre o marino. Quando all'argilla è frammista una certa quantità di calcare, si hanno le *marne* molto usate per cementi idraulici; quando sono alquanto sabbiose, si ha il *löss* (Germania, Cina), di origine prevalentemente eolica. Molte argille, oltre che da diretta sedimentazione, provengono anche dall'alterazione chimica dei graniti e di altre rocce vulcaniche silicatiche, dai depositi alluvionali e morenici grossolani, ecc. (= ferretto).

Fig. 379. — Alabastro levigato: concrezione di calcare compatto e variegato.

5) *Rocce piroclastiche*: sono formate da scorie, lapilli, proietti, bombe vulcaniche, ceneri cadute in terraferma o nell'acqua sedimentate e cementate in seguito. Sono dunque realmente depositi clastici oltre che vulcanici. Si dicono perciò giustamente piroclastiche (*piro-clastiche* = rocce ignee spezzate) cioè rocce vulcaniche spezzate. Vanno comunemente sotto il nome di *tufi vulcanici* (i quali non sono da confondere con i tufi calcari, ecc. perché questi

ultimi non sono che rocce calcari od argillose, marce, cariate e disgregate per azioni chimiche).

Le più note sono: la pozzolana e il peperino dei Campi Flegrei e della Campagna Romana usate, soprattutto un tempo, come ottimo cemento idraulico; il materiale tufaceo di esplosione vulcanica si è in questi casi probabilmente sedimentato nei laghi o maremme o lungo le spiagge che un tempo occupavano la campagna romana e campana. Tali tufi sono poi divenuti talmente compatti che nell'antichità si sono potuti scavare cimiteri e abitazioni ipogee (= catacombe).

6. - **Rocce d'origine chimica.** — Ecco le più notevoli:

Salgemma (NaCl): forma imponenti masse, generalmente di origine marina o da antichi laghi salati prosciugati naturalmente (Stassfurt, Wielizka, Cardona in Spagna, Sicilia, Lungro di Calabria);

Fig. 380. — Calcare con abbondanti ammoniti. - Le Prealpi Lombarde e Venete sono costituite in tanta parte di tali rocce.

il *Gesso* ($CaSO_4.2H_2O$) dovuto quasi sempre a sedimentazione marina. Il gesso in roccia è usato per costruzioni interne e talvolta anche esterne (presso Bologna è usato anche per paracarri). Notissimo è l'alabastro gessoso di Volterra, usato per statuette, per decorazioni interne, ma di ben minor valore del vero alabastro calcare.

Geyserite ($SiO_2.H_2O$): silice idrata che incrosta anche attualmente, in rilevante spessore, i terreni circostanti ai conetti dei geysers.

Calcari ($CaCO_3$): **travertino,** più o meno compatto, alveolare, spugnoso, da sedimentazione di acque calcarifere incrostanti (lapis tiburtinus = pietra di Tivoli); molte costruzioni antiche e recenti di Roma sono formate con questo materiale che, per quanto un po' alveolare, è molto resistente soprattutto nei climi non troppo umidi; **calcare a stalattiti e stalagmiti** dal quale si ricava il vero alabastro orientale concrezionato a zone concentriche, variamente colorato per impurità metalliche; lo si distingue da quello di Volterra (alabastro gessoso) perché attaccabile da acidi a contatto dei quali svolge effervescenza di CO_2; **calcare pisolitico ed oolitico** derivato generalmente da sorgenti termominerali calcarifere.

7. - **Rocce organogene.** — Derivano da sedimenti di resti animali e vegetali, e cioè sopratutto da gusci o da scheletri. In rapporto alla natura chimica loro, si hanno le seguenti varietà di rocce:

1) *Rocce silicee*: formate da gusci di diatomee (alghe), da scheletri di radiolari (protozoi), da spicule di spugne silicee. La farina fossile è di questa origine (1).

2) *Rocce calcari*: costituite da gusci di foraminiferi (protozoi), da scheletri di alghe calcarifere (molti strati delle montagne dolomitiche sono quasi esclusivamente formati da giganteschi impasti di queste alghe, frammiste a gusci di molluschi, a scheletri di coralli, ecc.), da abbondantissimi gusci di molluschi fossili, cementati da altro calcare, proveniente a sua volta dal disgregamento chimico di altri gusci preesistenti, sciolti e sedimentati dalle acque marine stesse. Si hanno in tal modo dei calcari che, se compatti, forniscono, una volta levigati, dei marmi pregiati. Tra questi i più noti sono: i *marmi a lumachella* le cui conchigliette sovente mandano ancora le vivide iridescenze madreperlacee primitive; il *marmo rosso Verona* (S. Ambrogio Valpolicella), comunissimo, usato per tavolini, banchi di caffè, ecc., ed anche per pavimentazione di luoghi coperti; talvolta spiccano tra i ciottoli calcari rossigni le sezioni gigantesche di bellissime ammoniti (vedi Geologia); la *pietra litografica* usata in litografia.

Talora i *calcari* sono *nerastri* e impregnati di sostanze bituminose, più o meno scistosi, abbondantissimi di fossili marini (pesci

(1) Usata per la fabbricazione della dinamite mescolata con nitroglicerina, della quale attenua la sensibilità esplosiva; chiamasi tripoli, perché veniva e viene estratto da giacimenti di Tripoli di Siria, e chiamasi pure terra di Santa Fiora perché trovasi in discreti giacimenti a S. Fiora al Monte Amiata (dove pure trovasi la Fiorite geyseritica).

e rettili marini). Da questi ricavasi l'asfalto (Ragusa di Sicilia) e oli diversi usati in medicina per unguenti (ittiólo, saurólo).

3) *Dolómie.* — Sono formate da strati dolomitici frammisti a strati calcari. In tutti i casi si tratta di impasto di scheletri di alghe, molluschi, echinodermi e coralli originariamente calcari parzialmente metamorfosati in dolomite. Abbondano nella fascia meridionale delle Alpi dal L. Maggiore al Carso (1).

Fig. 381. — Calcare formato da un impasto di nummuliti viste di fianco.

Fig. 382. — Nummuliti viste di faccia.

4) *Rocce fosfatiche.* — Fosforiti, guano del Chile.

5) *Rocce ferrifere.* — Ferro delle paludi (da bacteri a scheletri di limonite: Lorena e Lussemburgo).

6) *Carboni fossili.* — Già visti in altra parte.

A questi si potrebbero aggiungere i petroli per quanto la loro origine da organismi sia tutt'altro che sicura.

8. - **Rocce metamorfiche.** — *Derivano dalle rocce vulcaniche e sedimentari che vennero metamorfosate* soprattutto in seguito all'azione di potenti pressioni causate da continua sedimentazione marina (= pressione dall'alto) o da spinte laterali (= spinte orogenetiche).

Come effetti si ebbero:

1) Una disposizione in piani paralleli degli elementi cristallini allungati o laminari, piani che sono perpendicolari alla direzione della pressione, quindi una *stratificazione* spesso visibilissima quando la roccia contiene molti elementi lamellari (mica).

---

(1) Le più notevoli cime dolomitiche sono: il Catinaccio, la Marmolada, il Sella, il Sassolungo, la Cima Tosa di Brenta, le Tofane, l'Antelao, il Pelmo, le Tre Cime di Lavaredo, la Civetta, ecc. Tuttavia è bene ricordare ancora che raramente le cime dolomitiche sono costituite unicamente di strati dolomitici; quasi sempre si alternano dolomie e calcari.

2) *Cristallizzazione* di elementi amorfi e ciò in causa specialmente dell'acqua circolante e dall'alta temperatura derivata dalla pressione. Molte regioni marmifere (Carrara) un tempo erano probabilmente costituite di calcari amorfi; sottoposti a forti pressioni e così compressi tra altri strati e riscaldati si sono fusi; in seguito soidificandosi, si sono cristallizzati, determinando quei tipici marmi saccaroidi, bianchissimi.

Ed ecco perché le rocce metamorfiche sono anche chiamate, per il loro aspetto attuale, *scistoso-cristalline*.

Ecco le principali:

Gneis: derivano da metamorfismo dei graniti. Hanno quindi la medesima composizione chimica ed in parte anche mineralogica dei graniti e vengono usati, come il granito, per lastricare strade di città, per gradini, per costruzioni massicce, ecc. Non si prestano tanto alla levigazione.

Fig. 383. — Gneiss alpino: granito fortemente laminato.

La Catena Alpina è formata in molta parte da rocce gneissiche e giganteschi massi di gneiss trovansi nelle colline moreniche dell'alta pianura prealpina, o sui terrazzi delle valli, percorse un tempo da grandiosi ghiacciai. I gneiss della Val d'Ossola (Novara) sono tabulari, mediocremente scistosi e si dividono bene in lastre chiamate béole (dal villaggio di Beura dove esistono le cave più notevoli).

Quarziti: rocce costituite essenzialmente da quarzo frammischiato a strati sottili di mica.

Scisti serpentinosi: derivati da gabbri alterati chimicamente in serpentino e fisicamente nella struttura divenuta scistosa e filamentosa. Di questo tipo è l'amianto della Val Malenco e della Val di Susa.

Scisti talcosi: sono biancastri; usati per ricavare talco (steatite per lavagna, gesso per sarti, boro-talco, ecc.).

Argille scagliose: tipiche nell'Appennino emiliano.

Scisti argillosi: sovente con fossili, più o meno contorti.

Ardesie: argille nere, talvolta fossilifere, sfaldabilissime, usate per coprire tetti, ed in tal casi debbono essere impermeabili.

Lavagne: argille molto calcarifere, sfaldabili in lastre, usate specialmente per lavagne di scuola (Lavagna di Liguria).

Calcari cristallini sono: il marmo di Carrara; il bardiglio di Carrara lievemente venato; il marmo di Candoglia (Val d'Ossola) usato per la costruzione del Duomo di Milano.

Calcescisti o calcari scistosi: facilmente disgregabili; abbondanti sulle nostre Alpi (Piccolo S. Bernardo, ecc.).

Micascisti: scisti quasi esclusivamente formati da mica, sfaldabilissimi, friabili e molto luccicanti.

riparo
24 giugno 1939

TAVOLA RIASSUNTIVA DELLE PRINCIPALI ROCCE ITALIANE

Origine	Tipo di roccia	Località	Usi
Vulcaniche (generalmente dure e poco stratificate)	*Graniti* diversi, variam. colorati	M. Bianco, Adamello, Valtellina; Baveno; La Sila	Costruzioni mass., monumenti ecc.
	Sieniti poco più scuri dei graniti	Biella, Traversella (Ivrea)	id. id.
	Porfidi variamente colorati	Varesotto, Bolzanese	Paviment. strade
	Trachiti	Colli Euganei (Padova)	» » (= masegma)
	Basalti scuri	Etna	—
Sedimentari (generalmente stratificate)	*Tufi vulcanici*	Pozzolana e peperino della Camp. Romana e dei Campi Flegrei	» » ; macine
	Conglomerati	Portofino, Séstola	—
	Brecce calcari	Polcevera (Genova)	Marmi
	Argille	Preappennino Emil., Valdarno, ecc.	Laterizi, plastica
	Salgemma	Sicilia, Calabria (Lungro), Toscana (Volterra)	Ind. chimiche, alimentaz., ecc.
	Gesso	Sicilia, Bolognese, Vogherese	Cementi
	Travertini	Lazio	Marmi
	Alabastri	Prealpi	Marmi
	Calcari a lumachelle	Prealpi, Alpi Apuane	Marmi, pietra di calce, pietrisco
	Calcari a gusci microscopici di protozoi fossili	Appennino Centrale, ecc.	» »
	Carboni fossili e lignite	La Thuile (Val d'Aosta), Arsa (Istria), Sardegna, Valdarno, Valdagno	Metallurgia, macchine a vapore, distillazione
Metamorfiche (Scistoso-Cristalline)	*Gneiss* (= graniti molto laminati)	Alpi (sezione mediana)	Paviment. strade, costr. mass.
	Ardesie	Alpi (sezione mediana)	Copertura tetti
	Micascisti (= scisti costit. prevalentemente di mica luccicante)	Alpi (sezione mediana)	Copertura tetti
	Calcari cristallini	Alpi; Alpi Apuane (Carrara)	Marmi, pietrisco

CAPITOLO LXVIII

I documenti utilizzati dalla geologia

1. - **Geologia.** — *La Geologia studia la storia fisica della Terra da quando questa andò consolidandosi in superficie fino alla comparsa dell'uomo.* La definizione data suppone come provata la teoria di Kant-Laplace, che com'è noto, ammette che la Terra sia derivata, come i pianeti del sistema solare, dalla separazione d'un blocco gasoso-incandescente da una nebulosa primitiva da cui avrebbe avuto origine tutto il sistema solare. Molte sono le obiezioni che si muovono a tale teoria, tuttavia, poiché nessun'altra teoria finora è sorta che sia più convincente di quella, non è inopportuno che ad essa ci atteniamo, sia pure ritenendola come ipotesi e nulla più.

2. - **Come si compone la storia della Terra.** — Lo storico, prima di accingersi a scrivere la storia di qualche popolo o di qualche personaggio deve possedere delle fonti, dei documenti, onde non cadere in errore sia d'interpretazione di fatti che di date e onde suffragare con l'autorità dei contemporanei al fatto narrato, la sua narrazione. Ha bisogno insomma di documenti (libri, iscrizioni, ecc.). È naturale quindi che anche la scienza che voglia narrare le vicende della Terra dal consolidamento completo della sua crosta o meglio, dalla formazione e precipitazione delle prime acque, abbia bisogno di documenti. Essi sono: 1) le *rocce;* 2) gli *strati,* cioè la disposizione stessa delle rocce specialmente sedimentari; 3) i *fossili.* Si hanno perciò i tre criteri fondamentali corrispondenti e cioè: il *criterio litologico* (rocce), il *criterio stratigrafico* (posizione degli strati), il *criterio paleontologico* (fossili).

3. - **Criterio litologico.** — Ecco i concetti fondamentali.

1) Le rocce ci dicono con molta approssimazione in quali *condizioni fisiche* (mari, fiumi, vulcani) si trovò una determinata regione in un determinato periodo (col molta approssimazione, poiché la certezza si ha solo quando oltre al documento roccia, si può avere il documento fossile).

2) Certe *rocce speciali,* essendo proprie di un unico dato periodo, ne sono i testimoni solo di esso. Si potrebbero chiamare rocce-guida.

3) Se una roccia *contiene i frammenti* di un'altra è più giovane di questa.

4) Ogni roccia qualsiasi *alterata da una roccia eruttiva* è anteriore a questa.

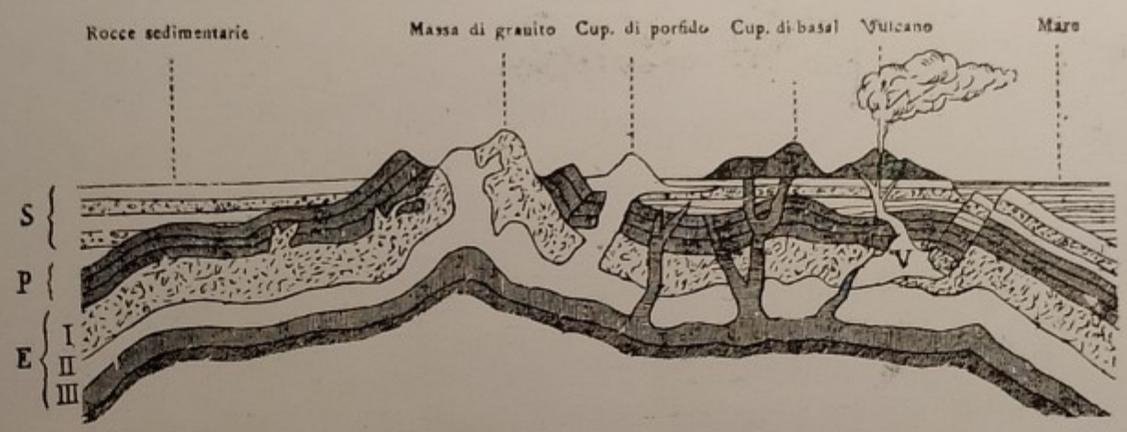


Fig. 384. — La roccia vulcanica I è più recente degli strati P perché in questi è iniettata; II è più recente di I e III ancor più recente (= vulcani da poco spenti o ancora attivi) di II.

4. - **Criterio stratigrafico.** — Questo serve soprattutto a stabilire l'età di una roccia; non certamente l'età assoluta, ma l'età relativa e cioè relativamente ad altre rocce.

1) Quando le condizioni strutturali non vennero modificate, *ogni strato superiore* è più antico di quello sottostante.

2) Se una roccia è stata *attraversata da un filone vulcanico* è evidente che debba essere anteriore a questo. Di due filoni che si incrociano è più recente quello che taglia l'altro.

5. - **I fossili e i processi di fossilizzazione.** — *Fossile è ogni residuo o traccia di organismo che si riscontri nei terreni generalmente sedimentari di epoche anteriori alla attuale.*

Tra i fossili troviamo non solo gusci, scheletri, ecc., ma anche ogni altra cosa che porti tracce di viventi remoti, quindi impronte per es. di zampe formate su finissima argilla ed arenaria e rimaste per la tranquillissima sedimentazione; cunicoli nelle argille, costruite da vermi anellidi, ecc.; rocce perforate da litódomi ecc. Essi sono forse i testimoni più importanti, i documenti principali per la storia geologica della Terra.

Come sono giunti fino a noi tanti residui d'organismi? Certc è che se la sedimentazione avvenne sopra il terreno, dovettero in se-

guito essere coperti da acque o da argille, tolti insomma all'azione dissolvente e disgregante dell'aria o per *inumazione*, o per *inclusione* (insetti nell'ambra), o per *incrostazione* (breccie ossifere) o per *pietrificazione* (legni pietrificati). Degli organismi ad ogni modo a noi sono giunte solo le parti più resistenti.

Fig. 385. — *Mammuth*, Elefante peloso, trovato nelle sabbie gelate della Siberia e ricostruito. I primi uomini conobbero questi Elefanti e sulle loro zanne incisero fregi ed altre figurazioni.

Quanto alla *origine organogena di un fossile* che a noi sembra tanto ovvia, bisogna notare che per secoli e secoli essi vennero interpretati come scherzi di natura (*lusus naturae*), o come tentativi della materia inorganica per riprodurre le forme assunte dalla materia organica, o come influssi di stelle. Finalmente si ritennero come avanzi del diluvio biblico. Ma il diluvio ebbe un carattere temporaneo; e inoltre gli organismi che oggi vediamo allo stato fossile sono comparsi milioni e milioni di anni prima che comparisse l'uomo; anche i loro resti dunque hanno un'età ben maggiore di quella in cui è avvenuto il diluvio biblico.

L'importanza dei fossili deriva da questi tre fatti.

1) Fondandoci su quanto noi attualmente sappiamo sulle *condizioni ambientali* di vita di un dato organismo, possiamo, dal rin-

venimento di fossili di generi vicini a quelli attualmente viventi, dedurre se quella roccia (p. es. argilla che può derivare per sedimentazione di diverse origini) è di origine marina, lacustre, fluviale; di mare profondo o di delta, ecc.

Fig. 386. — Tronchi silicizzati nelle rocce del Deserto dell'Arizona.

2) Vi sono alcune specie di organismi che, vissuti per pochissimo tempo erano adatti ai più diversi ambienti (cosmopoliti), ed il loro sviluppo in quel brevissimo tempo fu intenso e su ampie estensioni. Sono insomma fossili che troviamo sviluppati più in estensione

Fig. 387. — Impronta interna (= modello) di un grosso gasteropodo (= *Cerithium giganteum*) e di altri piccoli molluschi. (Da *Robin*).

che in spessore. Si chiamano *fossili guida* perché ci indicano con sicurezza che due rocce, per quanto molto distanti e molto diverse tra loro (argille, calcari), ma che contengono tali fossili, si sono formate nello stesso periodo.

Concludendo: *i fossili aiutano il geologo a stabilire meglio l'ambiente nel quale una roccia si è formata e l'età relativa di essa.*

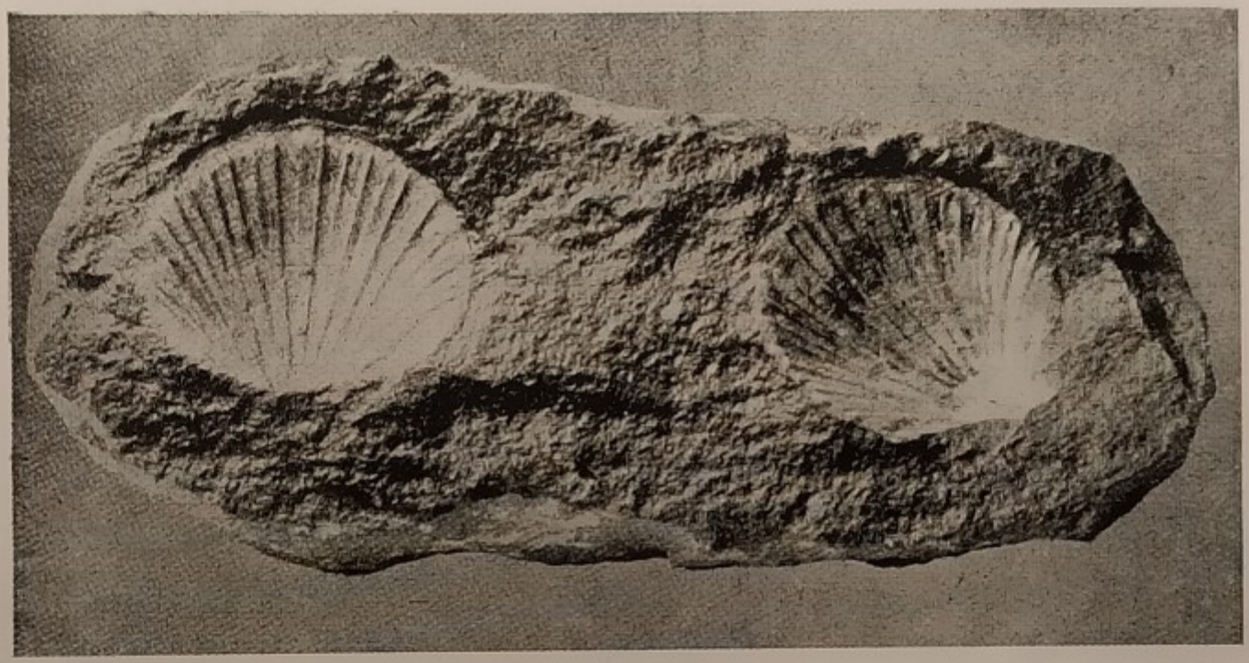


Fig. 388. — Conchiglie fossili (bivalve chiamata *Pecten*). (Da *Mosna*).

È bene da ultimo non dimenticare:

1) che la presenza di fossili marini sulle cime dei monti non sta a dimostrare che un tempo il mare giungesse a coprire quelle cime, perché sono sopratutto i fenomeni endogeni (bradisismi e corrugamenti) che hanno sollevato a rilevanti altezze quei sedimenti marini;

2) che le ricostruzioni geologiche delle antiche terre e mari (= *paleogeografia*) raramente sono esatte e scientifiche, perché vi è sempre il dubbio che le rocce che oggi troviamo in una regione siano stati depositate in regioni diverse e distanti e che sieno giunte in seguito a grandiosi spostamenti di terre: ipotesi tutt'altro che disprezzabile. Perciò si possono accettare con una certa sicurezza solo le ricostruzioni per tempi alquanto vicini ai nostri (êra quaternaria).

CAPITOLO LXIX

Le êre geologiche

Generalità. — Applicando ora, volta per volta, i criteri litologici, stratigrafici e paleontologici, cioè, strato per strato, osservandone la composizione chimica, la inclinazione e la posizione rispetto agli altri, i fossili contenuti, i geologi possono ora riassumere la storia, non solo di una particolare regione, ma pure di tutta la Terra; possono cioè studiare le diverse êre e periodi geologici della Terra, da quando essa andò formandosi la primitiva crosta solida e poi i primi sedimenti marini.

Per questo i geologi avrebbero dovuto considerare lo spessore della Terra fino a giungere alla primitiva crosta su cui poi agirono venti, acque, organismi nella loro opera di distruzione e di costruzione. Ma le ricerche dirette con perforazioni non hanno mai superato i tre chilometri, mentre è evidente che la crosta terrestre solida debba avere un valore ben maggiore. Orbene, quello che non hanno potuto fare i geologi l'ha fatto natura; le naturali fratture nelle montagne, l'erosione atmosferica ed acquea negli strati corrugati e sollevati, hanno messo a nudo tutte le rocce, anche le più antiche, forse quelle stesse che sono dovute al primo consolidamento della crosta terrestre. La serie di tutti questi terreni, dai più antichi ai più recenti, raggiunge lo spessore di circa km. 60. Ma non in tutte le regioni trovasi la serie al completo; in alcune, dalle convulsioni telluriche sono stati portati in superficie i terreni più antichi e gli altri che sopra di essi si erano formati vennero demoliti dagli agenti esogeni; in altre i terreni di alcuni periodi non si sono formati perché non andarono soggette ad alcuna sedimentazione; in altre sono stati portati in superficie solo quelli un po' recenti e i più antichi sono ancora nascosti dalla potente pila di strati posteriori. Quindi compito dei geologi è di stabilire anche dove la serie non è completa, o addirittura è stata sconvolta, quali sono i terreni formatisi nella stessa epoca e quali no, per quanto molto distanti fra di loro.

Non bisogna d'altronde dimenticare che, nella stessa êra, nello stesso periodo, mentre p. es. in una località (fondo marino) si depositavano argille, altrove coralli costruttori innalzavano potenti scogliere calcari, altrove ancora un fiume colmava le valli, il piano, le spiagge con grossolani conglomerati, ed altrove ancora un ghiacciaio depositava, davanti alla propria fronte, alte e lunghe morene. Perciò nello stesso periodo si hanno aspetti diversi quanto a rocce e quanto a fossili.

Le *êre della Terra sono cinque* e la divisione non è in tutto arbitraria, come si potrebbe credere, come non è arbitraria la divisione dei periodi storici in evo antico, medio e moderno.

E come ad ogni evo corrisponde un determinato sviluppo dei commerci, delle arti, lettere, scienze, ed ogni evo è caratterizzato dalla caduta di alcuni Stati e dalla formazione di nuovi, e la divisione stessa è in relazione con fenomeni storici importantissimi (caduta dell'Impero Romano, scoperta dell'America, ecc.) che hanno influito sul periodo seguente, così la divisione in êre corrisponde a *particolari flore e faune,* a particolari *rocce* ed a *generali fenomeni grandiosi* di emersione di fondi marini a costituire le montagne e nuovi continenti.

Alle cinque êre vennero dati i seguenti nomi dalla facile ed evidente etimologia:

êra *prepaleozoica* o arcaica; *paleozoica* o primaria; *mesozoica* o secondaria; *cenozoica* o terziaria; *antropozoica* o quaternaria.

Ogni êra viene suddivisa in periodi, ed ogni periodo in epoche, ogni epoca in età.

Fig. 389. — Cresta di duro granito in lastroni verticali: la Cresta della Brenva con il Dito (= Le Père Eternel), nel gruppo del M. Bianco. Rocce dell'arcaico-paleozoico.

Fig. 390. — Impronte di Felci e di Code Cavalline nelle argille del Carbonifero. (Da *Robin*).

1. - **Êra arcaica** (prepaleozoica). — È l'êra del primo consolidamento della Terra, delle prime piogge e forse anche della prima comparsa della vita. Si hanno quindi, incominciando dalle zone più profonde:

Fig. 391. — Paesaggio delle foreste del caldo e piovoso periodo Carbonifero.

1) *rocce vulcaniche*, intrusive ed effusive, molto sconvolte e metamorfosate, quindi scisti cristallini abbondanti di filoni metalliferi che hanno riempito le spaccature determinate dal raffreddamento.

2) *Conglomerati* ed *argille* derivati dalle prime sedimentazioni acquee che si ebbero nei primitivi mari e nei primitivi fiumi; tutti però metamorfosati e resi scistosi (micascisti, scisti argillosi, ecc.). Senza fossili, il che dimostra che la vita non era ancora comparsa sulla Terra; solo in ultimo se ne hanno tracce in calcari e nella grafite.

Che nei tardi tempi di questa primitiva êra esistesse già la vita, lo provano:

1) pochi fossili rinvenuti; 2) la grafite, l'antracite ed i calcari.

Le rocce dell'arcaico soono abbondanti nell'America settentrionale; nulla per ora si sa della loro presenza in Italia.

2. - **Êra paleozoica** (primaria). — In quest'era si hanno tre grandiosi corrugamenti che hanno interessato sopratutto le regioni più settentrionali della Terra (Groenlandia, Scozia, monti della Germania) e alcune regioni alpine: è la prima volta che alcuni tratti dell'attuale penisola Italica emergono dall'oceano, prestamente livellati e di nuovo per milioni di anni coperti in seguito ad altre acque.

Le *rocce* sono quasi tutte sedimentari, più o meno metamorfosate a seconda della antichità e dei fenomeni cui andarono soggette. Si hanno quindi: argilloscisti, calcescisti, micascisti, ecc. Appartengono pure a questa êra i grandiosi giacimenti di carbone fossile. Troviamo però anche rocce vulcaniche abbondanti, indizio di estesi fenomeni vulcanici, specialmente sottomarini. Nel complesso le rocce paleozoiche raggiungono la potenza di 10 chilometri.

Quanto alla *flora* in principio sono abbondanti ma esclusive le alghe marine; compaiono poi le felci (licopodi, felci, code cavalline) e solo alla fine compaiono le gimmosperme.

Quanto alla *fauna* già dai primi tempi si nota abbondanza di forme e di individui dei più diversi tipi. Prima compaiono gli invertebrati marini, poi, mentre questi si sviluppano sempre più, compaiono i primi pesci (*placodermi*) ed alla fine i primi anfibi terrestri e, dopo questi, i primi rettili.

Fossili caratteristici di quest'êra sono i *trilobiti*, crostacei costituiti di tre lobi, con occhi composti e taluni senza occhi (quindi di mare profondo). Il clima dev'essere stato molto uniforme, caldo ed umido. E ciò è provato specialmente dalla straordinaria abbondanza di alberi enormi, propri delle paludi e di regioni calde, che ora hanno in genere dimensioni ben più piccole, come felci, muschi, licopodi,

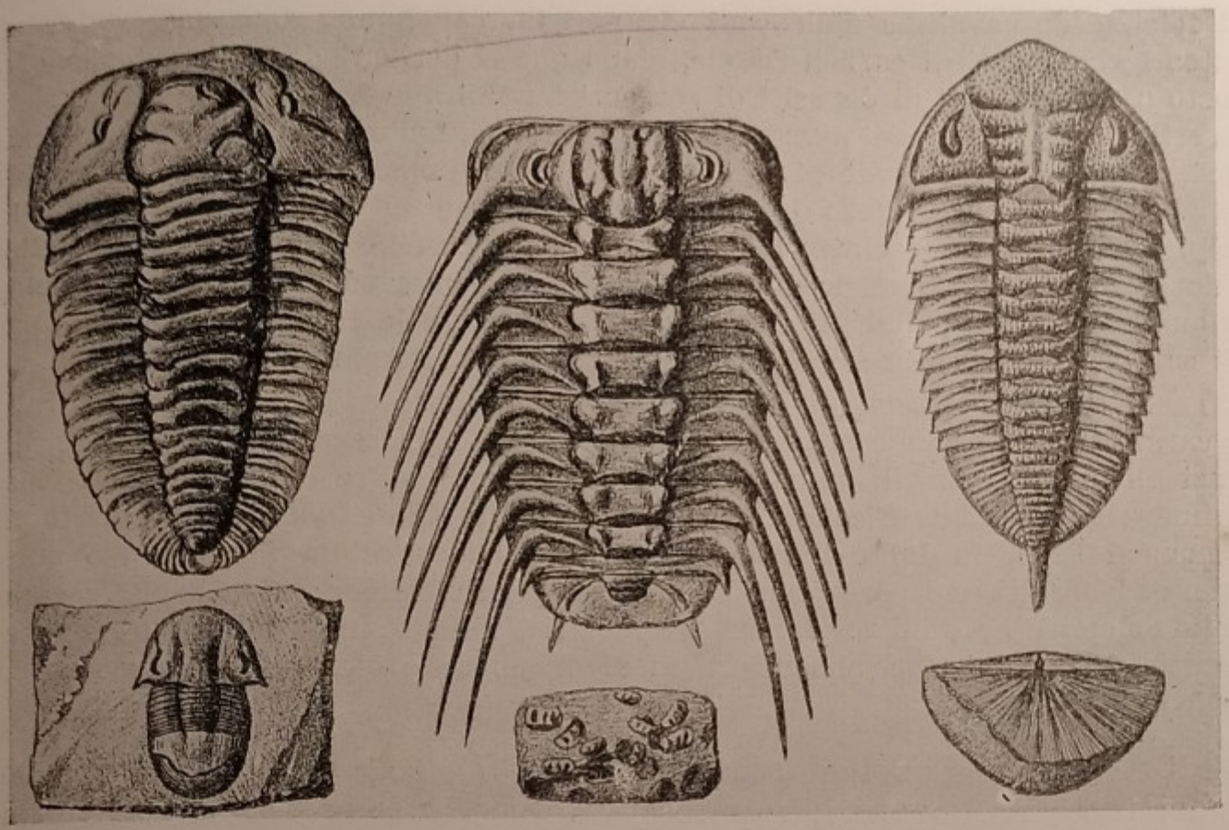


Fig. 392. — Acune specie di trilobiti dell'era Paleozoica. (Da *Robin*).

code cavalline; tutte piante che attualmente si sviluppano molto anche in altezza solo in regioni calde ed umide (felci arborescenti dell'Oceania).

L'êra paleozoica comprende cinque periodi, dei quali a noi interessano soprattutto gli ultimi due, chiamati: *Carbonifero* e *Perniano*.

1) Il *Carbonifero* è caratterizzato dal corrugamento che ha interessato la maggior parte dell'odierna Europa Centrale e dalla presenza di enormi foreste

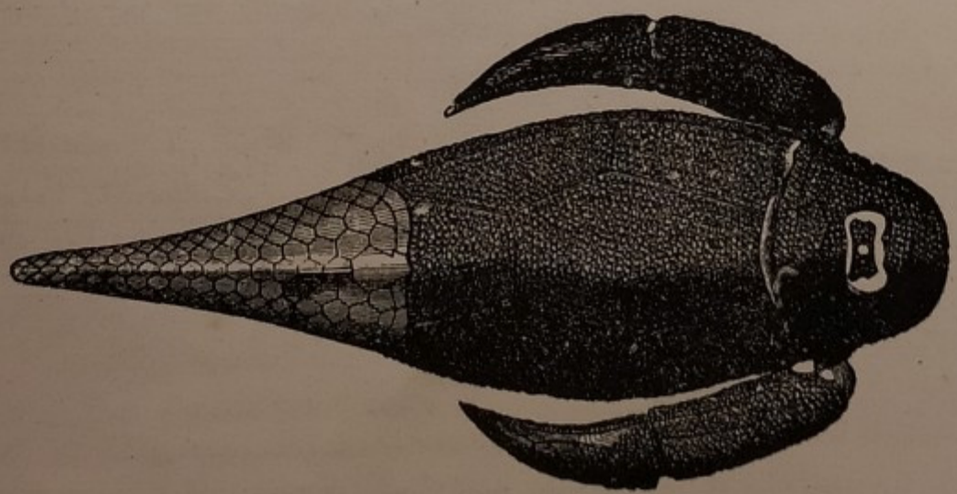


Fig. 393. — Pesce placoderma, ben corazzato, del Paleozoico antico.

di felci, code cavalline e licopodi giganteschi, che hanno dato poi origine ai potenti giacimenti di carbon fossile, siano questi derivati da sedimentazione in posto o da trasporti di depositi di correnti fluviali alle foci. Quanto alla fauna, insetti, ragni e miriapodi aumentano d'importanza, ma non però quelli impollinatori, mancando d'altronde piante con fiori la cui impollinazione sia entomofila.

Il periodo carbonifero è rappresentato anche in Italia sopratutto sulle Alpi ma scarso di giacimenti di carbone, non essendo in quel tempo l'Italia, allora fondo marino anziché zona di spiaggia, in condizioni di dare origine a quelle immense paludi di cui si è parlato. Notevole il carbonifero con lenti di carbone nella fascia tra il Piccolo e il Gran S. Bernardo (La Thuile).

2) Il periodo *Permiano* (così chiamato dalla città di Perm presso gli Urali) è caratterizzato dalla comparsa dei primi *anfibi* e in seguito dai primi rettili, anzi gli anfibi sono gli animali che vi dominano; inoltre dalla comparsa delle prime *gimnosperme* (Cicadee, e cioè le attuali piante del sagù). Quanto ai fenomeni fisici, in Ialia si ridesta l'attività *vulcanica* da tanto tempo quiescente. I basalti ed i porfidi del Bolzanese che costituiscono l'imponente zoccolo delle dolomiti, i porfidi rossi, neri e verdi del Varesotto nelle cui fessure e spaccature si sono iniettati abbondanti filoni di galena o blenda, sono un esempio tipico di ciò.

3. - **Êra mesozoica** (secondaria). — Le *rocce* di quest'êra sono quasi tutte sedimentari, rappresentate specialmente da calcari e da

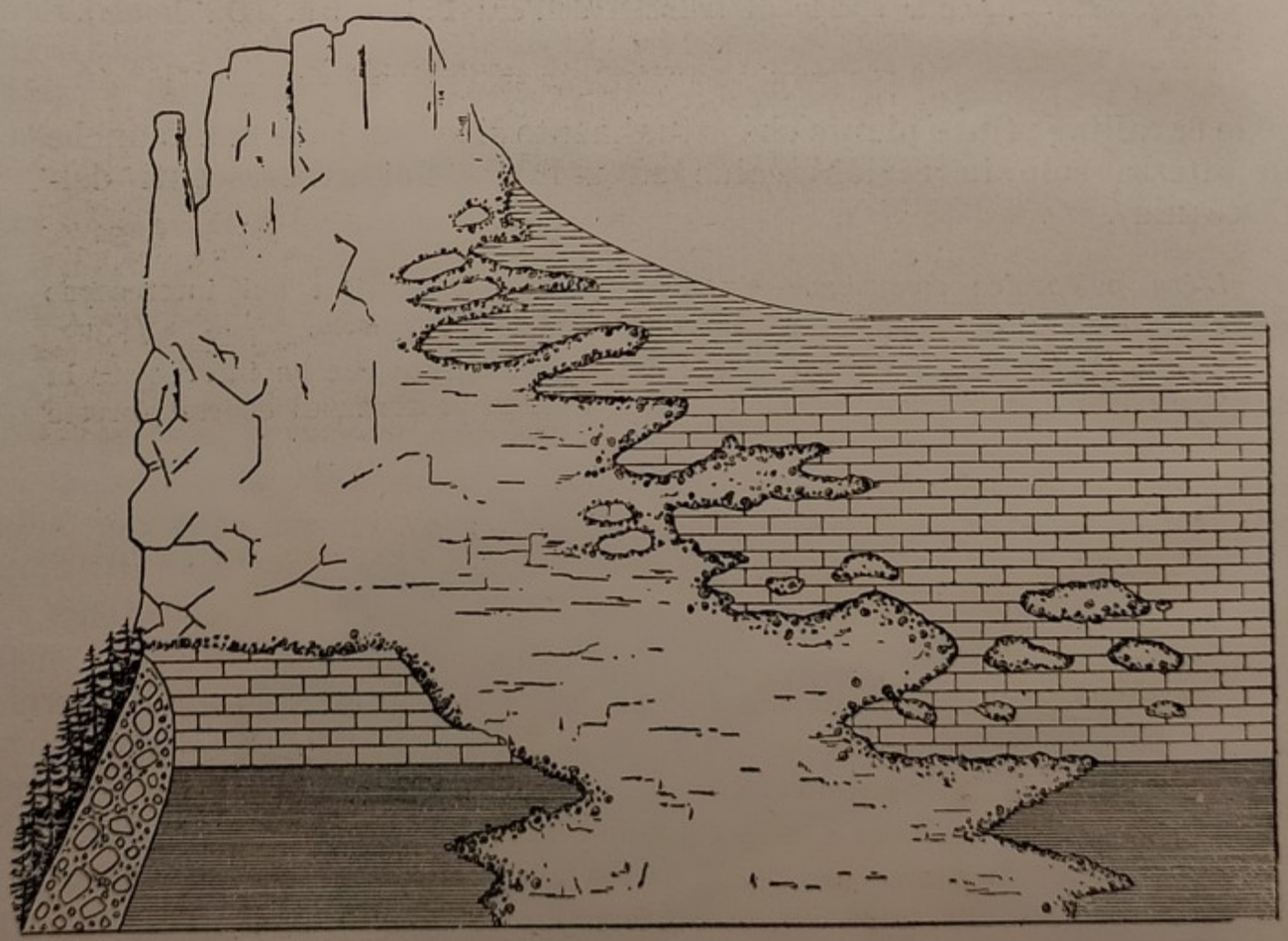


Fig. 394. — Struttura corallina di una montagna dolomitica: al centro l'isola corallina che va crescendo verso l'alto mentre lateralmente altri fondi marini (argille, ecc.) si vanno sviluppando.

dolomie di origine organica, da arenarie e da argille marine, raramente intercalate con lave e con tufi vulcanici.

Già dall'esame delle rocce appare evidente che in quest'êra i mari assunsero un'estensione ben maggiore che non nel Permiano e nei periodi precedenti e che fu un'êra alquanto tranquilla pur essendo sottoposta continuamente a lenti movimenti bradisismici, senza però corrugamenti di sorta e senza manifestazioni vulcaniche di grande importanza che avevano salutato gli albori ed il tramonto della Paleozoica, salvo in alcuni piccoli angoli della Terra.

È dalle rocce mesozoiche soprattutto che l'uomo ricava marmi. cadcari da calce, da pietrisco, marne per cementi idraulici, ecc. Non mancano tuttavia filoni metalliferi.

Fig. 395. — Le Tre Cime di Lavaredo: esempio mirabile di torri dolomitiche in strati orizzontali. Sulla cima della più alta (di mezzo) gli Alpini nel 1915 avevano collocato un enorme riflettore per spiare i movimenti degli Austriaci (*Fit. Ghedina, Cortina*).

La *flora* è rappresentata soprattutto da grandi conifere; fanno tuttavia la loro prima apparizione le piante dicotiledoni anemofile e solo verso la metà compaiono le prime piante con fiori; nello stesso tempo compaiono anche i primi insetti impollinatori.

La *fauna* è caratterizzata dallo sviluppo di anfibi prima, di rettili giganteschi poi, alcuni natanti, altri volitanti, ed altri esclusivamente terricoli; verso la fine compaiono i primi uccelli; già però dai primi periodi s'inizia lo sviluppo dei mammiferi, limitato tuttavia a qualche Marsupiale.

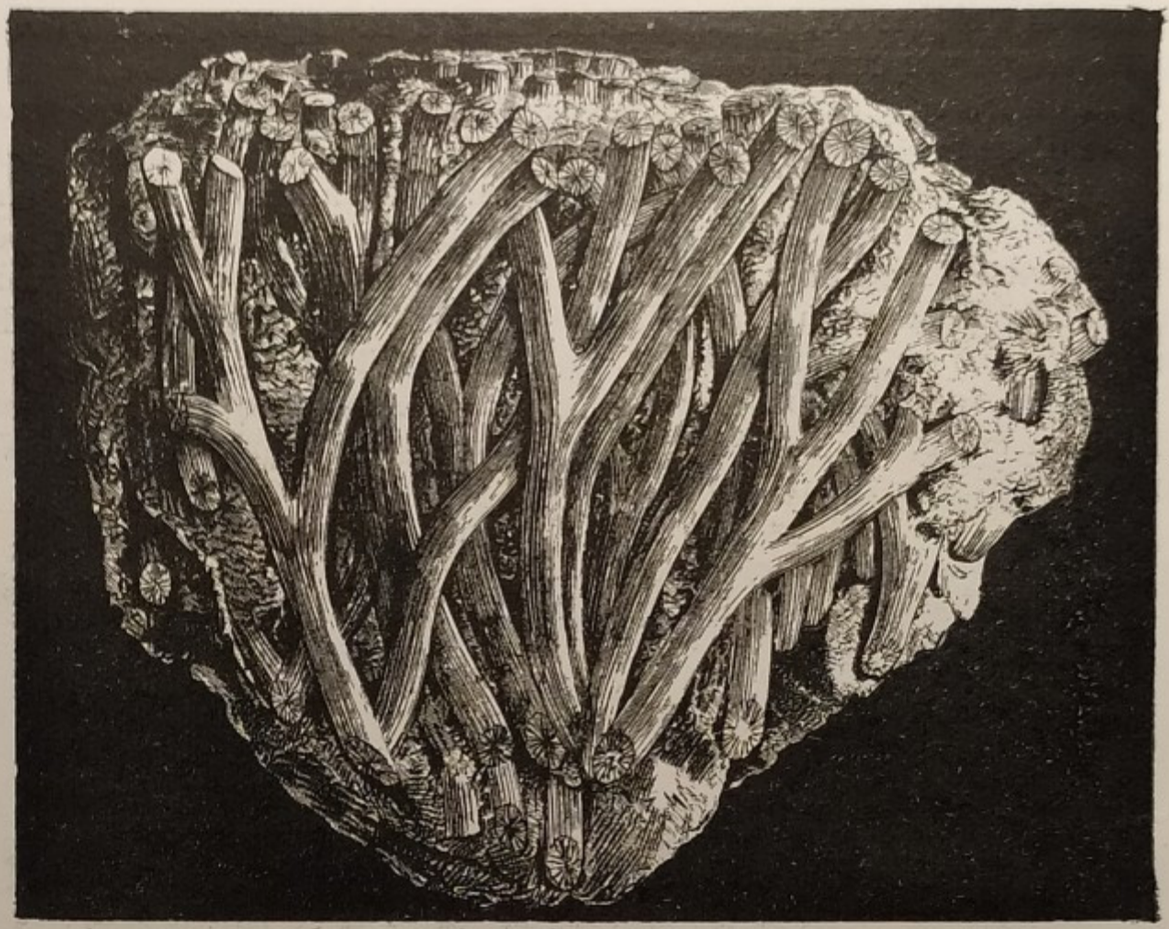


Fig. 396. — Un corallo fossile delle dolomiti.

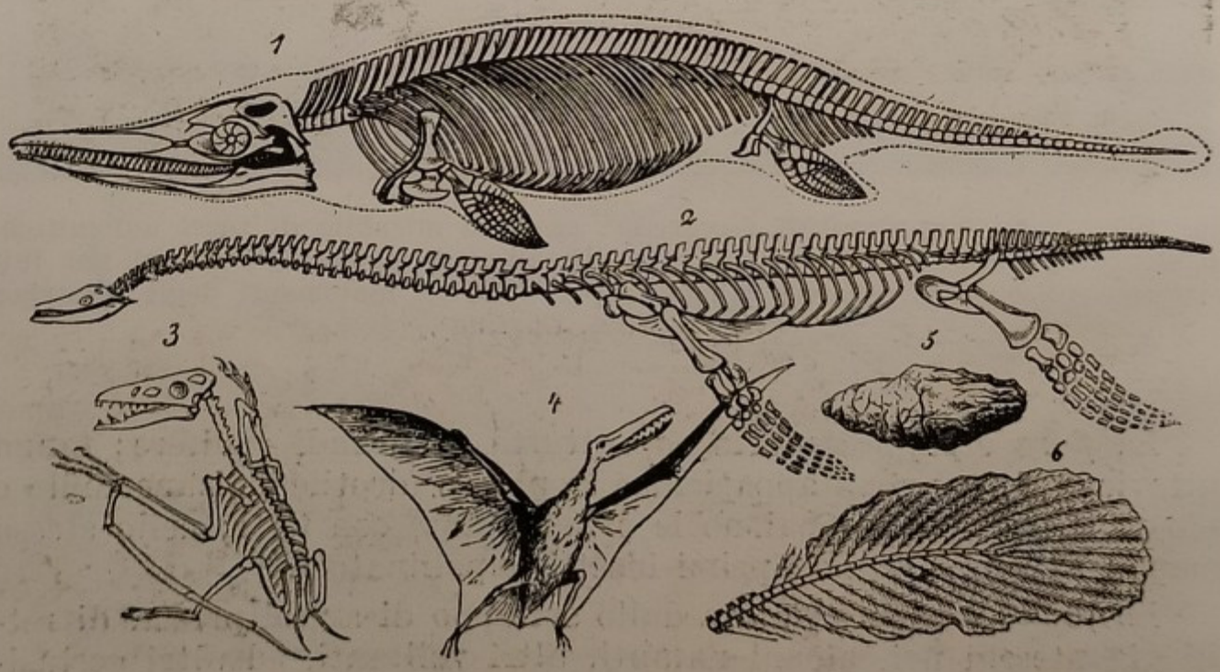


Fig. 397. — Rettili dell'era mesozoica. — 1. Ittiosauro; 2. Plesiosauro; 3. Pterodattilo; 4. Pterodattilo ricostruito; 5. escremento di Ittiosauro; 6. penna di Archeopteryx.

Fossili guida, abbondantissimi per numero e per specie, speci diverse secondo i diversi periodi, sono le *ammoniti*, alquanto simili, per la forma esterna della conchiglia, agli attuali nautili (cefalopodi

Fig. 398. — Ammoniti dei mari mesozoici.

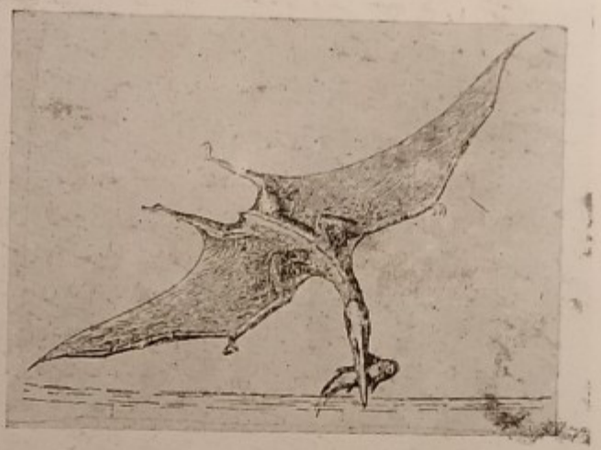


Fig. 399. — Un Pterodattilo: rettile-uccello del giurese.

Fig. 400. — Ittiosauro - Rettile Pesce del Mesozoico.

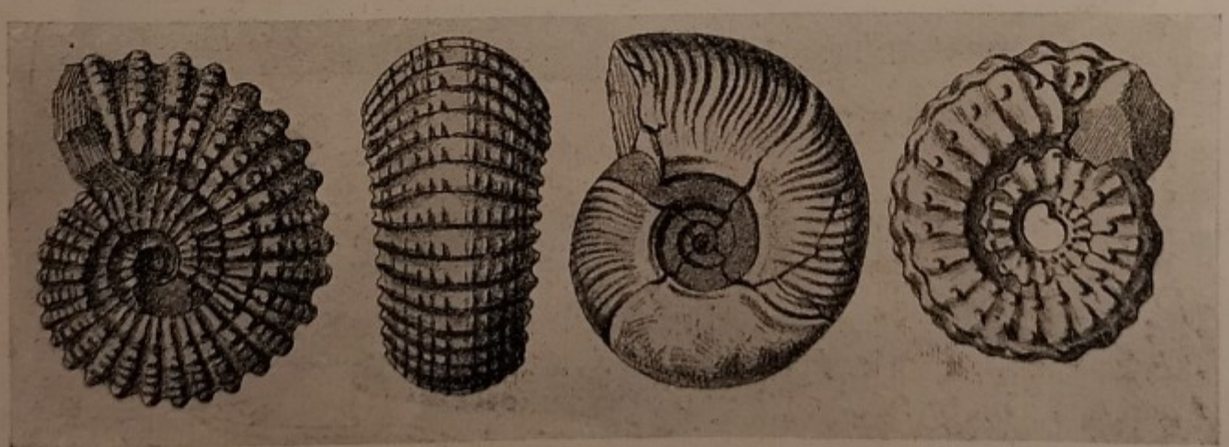


Fig. 401. — Alcune ammoniti dell'êra Mesozoica. (Da *Robin*).

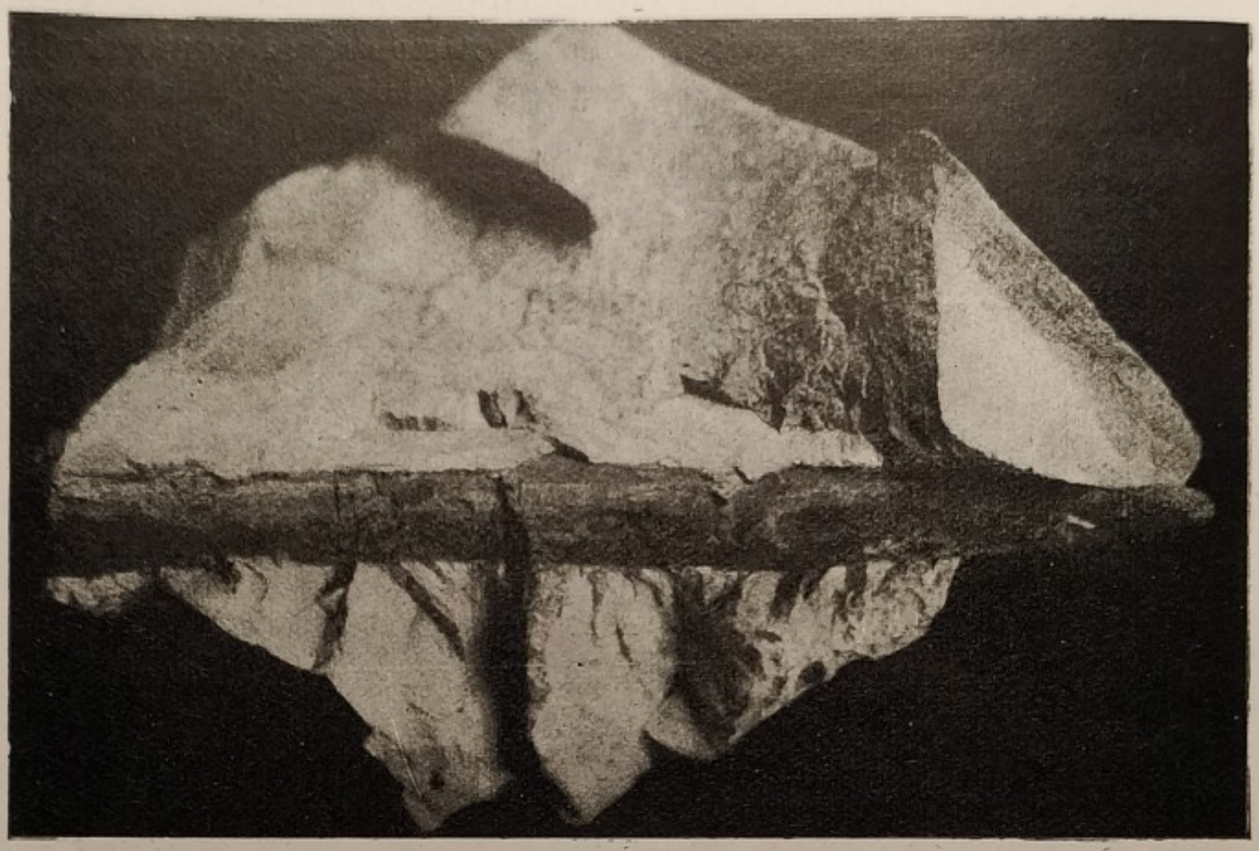


Fig. 402. — Guscio di belemnite nel Calcare. (*Fot. Brunella*).

con guscio esterno). Quest'êra ha particolare importanza per noi perché sono formate di rocce mesozoiche tutte le prealpi, le alpi orientali, e la maggior parte dell'ossatura appenninica.

L'êra mesozoica viene suddivisa in tre periodi: *Trias, Giura* e *Cretaceo.*

1) Il *Trias* è così chiamato perché i primi geologi lo considerarono come suddivisibili in 3 piani. Molluschi caratteristici sono le già ricordate *ammo-*

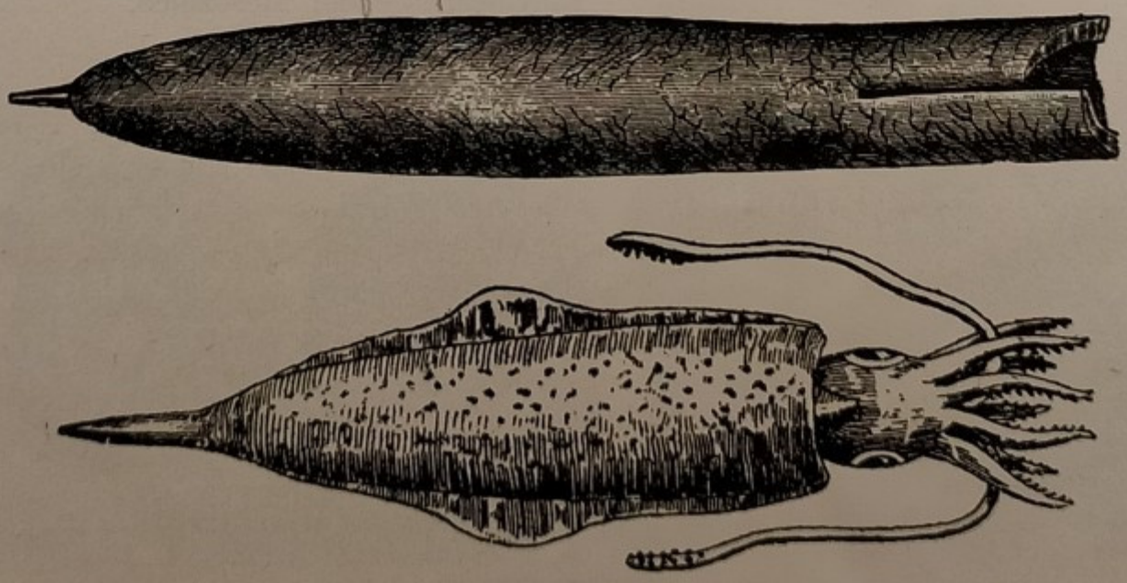


Fig. 403. — In alto: guscio di Belelemnite; in basso: Belemnite ricostruita.

niti; enormi anfibi hanno lasciate le loro impronte sulle arenarie e argille; compaiono i primi *rettili* marini dalle forme fantastiche come l'Ittiosauro (= pesce rettile) dal muso di delfino, denti di coccodrillo, testa di lucertola, zampe di cetaceo, corpo affusolato di pesce; compaiono anche i primi mammiferi (monotremi e marsupiali). Abbondantissime le alghe incrostanti (Gyroporelle) che da sole o insieme con coralli costruttori e con numerosissime conchiglie di molluschi hanno formato potenti scogliere, che ora costituiscono molte cime delle nostre alpi dolomitiche, delle prealpi lombardo-venete e dell'Appennno.

Fig. 404. — Il Sassolungo (sinistra) e il Sassopiatto (destra) in Val Gardena, cime dolomitiche emergenti dall'altopiano di Siusi, un tempo isole coralline poggianti su un basamento argilloso-vulcanico oggi coperto da ubertosi prati).

Litologicamente il *Trias* è costituito quasi sempre da alternanze di tenere rocce argillose con strati calcari e dolomotici.

Notevoli cime triasiche sono: le Grigne, il Resegone, il Catinaccio, la Marmolada, il Pelmo, le 3 Cime di Lavaredo, il Gran Sasso, le Alpi Apuane (marmi di Carrara), ecc.

2) Il *Giura* è costituito da calcari più o meno nerastri, da altri strati dolomitici, da calcari rossi marnosi e da calcari bianchi compatti.

È il periodo dei giganteschi rettili, ittiosauri marini, dinosauri terrestri lunghi 30 e più metri, pterosauri, cioè rettili alati volitanti che rappresentano come un termine di passaggio tra i rettili e gli uccelli. Anzi è alla fine del giura che compaiono i *primi uccelli*, dei quali il più importante è l'archeopterix, con ali pinnate, piede e cranio d'uccello, coda di rettile rivestita di penne e piume, mascelle dentate. Tra i fossili guida, oltre a numerose specie di ammoniti,

Fig. 405. — Un paesaggio costiero ideale dell'êra mesozoica ricostruito in base ai fossili e alle rocce che si conoscono.

Fig. 405. — Un paesaggio costiero ideale dell'êra mesozoica ricostruito in base ai fossili e alle rocce che si conoscono.

Fig. 406. — Giganteschi rettili (*Brontosaurus;* m. 6 di altezza, m. 25 di lunghezza) del tardo mesozoico. A noi sono giunti gli scheletri, ma da questi si può agevolmente ricostruire anche la forma esterna degli animali.

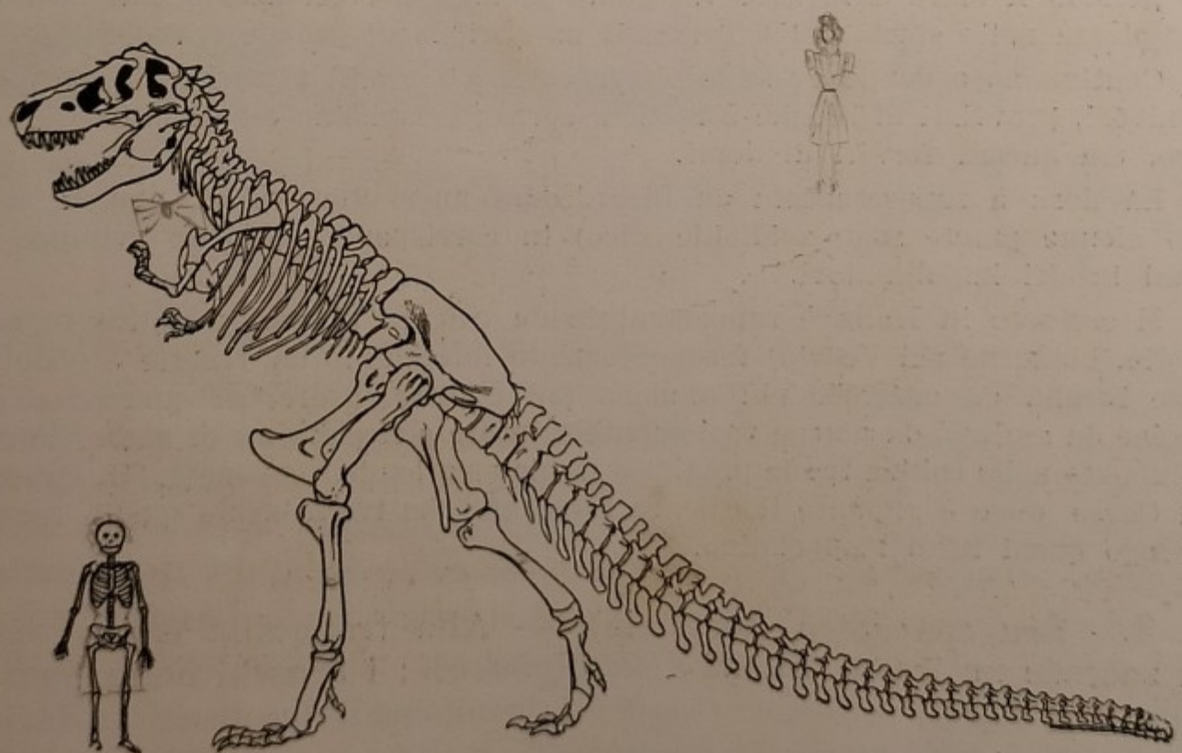


Fig. 407. — Scheletro d'un rettile gigante (*Tyrannosaurus*) del mesozoico confrontato con quello d'un uomo normale. (Da *Osborn*).

sono notevoli e caratteristiche le *belemniti* che erano cefalopodi dalla forma di seppie con un guscio interno allungato a stiletto.

In Italia il giura accompagna quasi dovunque le formazioni triasiche. Notevoli cime di giura sono inoltre: le cime di Brenta, le Tofane, l'Antelao e la Civetta nelle dolomiti; l'Ortigara e altre cime dell'Altopiano di Asiago, ecc. Queste rocce forniscono ottime calci da cemento ed anche pregiati marmi (marmo rosso ammonitico del Veronese).

Fig. 408. — *Archeopteryx*: il primo degli uccelli comparsi sulla Terra.

3) *Cretaceo.* Prevalgono calcari finissimi, farinosi o compatti; in questo periodo il mare deve aver raggiunto la massima estensione che siasi mai riscontrata nella storia della Terra. È un periodo di grande tranquillità.

Continuano a dominare sulla Terra emersa i rettili giganteschi, erbivori e carnivori, provvisti di lunghe e robuste corna; compaiono gli uccelli dalle ossa cave, ma ancora forniti di denti.

La flora è rappresentata da dicotiledoni anemofile (salice, pioppo, ecc.); solo alcune piante sono zoidiofile (fico) in corrispondenza dello sviluppo dei primi insetti impollinatori.

Il cretaceo in Italia è rappresentato da calcare bianco (maiolica in Lombardia, biancone nel Veneto) frequentemente intercalato da venette e noduli di selce focaia, da arenarie più o meno fini e dure, usate, se quarzose, come macine da mulino, da marne variamente colorate e ricchissime di alghe. Trovasi sviluppato nelle colline tra le prealpi e la pianura lombardo-veneta (M. Grappa), sul Carso, dove è appunto il calcare fessurato che rende arida quella regione, e lungo quasi tutto l'Appennino.

4. - **Êra cenozoica** (terziaria). — Alla tranquilla êra secondaria succede un'êra di *grandi sconvolgimenti*: i bruschi mutamenti di rocce e di fossili indicano frequenti bradisismi, frequenti variazioni dei contorni delle terre; la presenza di molte rocce vulcaniche indica un intenso vulcanesimo, in corrispondenza forse dei giganteschi fenomeni di sprofondamento di terre finora emerse e di emersione

definitiva di terre un tempo sommerse. È in quest'êra infatti che probabilmente si forma la fossa Atlantica per sommersione di regioni che un tempo congiungevano l'Africa al Brasile, che s'innalzano le due principali catene montuose che anche al giorno d'oggi sono le maggiori (circumpacifica e circummediterranea); data adunque da quest'êra di corrugamento, il sollevamento, la formazione della catena alpina.

Quanto alla *flora*, è l'assoluto dominio delle angiosperme, prima di quelle anemofile, e poi decisamente di quelle zoidiofile (di-monocotiledoni).

Quanto alla *fauna*, scompaiono improvvisamente le ammoniti e le belemniti. Ed è appunto questa repentina scomparsa che fa sup-

Fig. 409. — Il *Triceratops*, un rettile del tardo mesozoico, simile, anche per le dimensioni, all'odierno rinoceronte (mammifero).

porre un repentino e radicale mutamento delle condizioni fisiche e geografiche della superficie terrestre. Oramai dominano i mammiferi, ed alla fine compaiono le scimmie antropomorfe: l'uomo non fa la sua apparizione che nell'êra seguente. Fossili guida caratteristici sono le *nummuliti*, giganti protozoi foraminiferi dal guscio calcare, costituito di tante piccolissime camerette successivamente costruite e talvolta anche le dimensioni, di una moneta anche alquanto grande. Il nome infatti indica: moneta di pietra.

Alla fine di quest'êra le terre erano pressoché con gli stessi contorni e le stesse aree attuali: quindi anche la distribuzione attuale degli animali, per quanto riguarda il fattore geologico, dipende in modo particolare dai fenomeni geologici avvenuti in quest'êra.

L'êra cenozoica comprende quattro periodi: l'*eocene*, l'*oligocene*, il *miocene*, il *pliocene*.

1) *Eocene*: notevoli i calcari nummulitici (Trento).

2) *Oligocene*. L'Italia è come un grande arcipelago molto articolato; ed è in questi mari e bacini semichiusi che si vanno formando i noti strati di

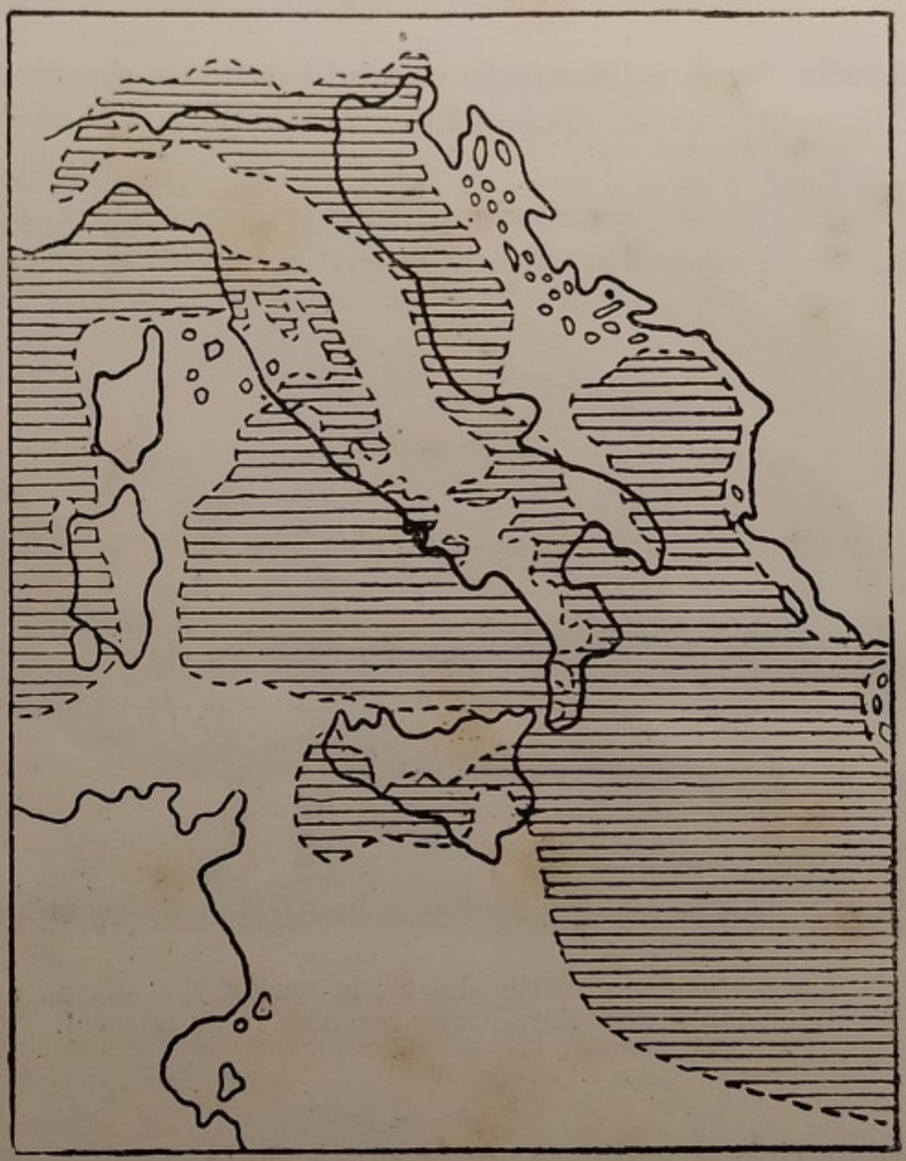


Fig. 410. — Come si presentava l'Italia alla fine del Pliocene (in bianco la terraferma, rigato il mare).

zolfo, di sale e di gesso. Si intensifica nel suo massimo il sollevamento delle due principali catene montuose e perciò anche delle Alpi e dell'Appennino.

3) *Miocene*. La catena Alpina è ormai in gran parte emersa; imponenti fiumi la solcano e ne ricavano a grandi linee le cime e le valli attuali; a spese di questi materiali vengono dai fiumi depositati enormi strati sedimentari alle falde prealpine ancora occupate dal mare; si destano molti vulcani ora spenti (Colli Euganei).

4) *Pliocene*. Siamo vicini all'ultima êra e la configurazione delle terre è ormai simile all'attuale. Quanto all'Italia è da notare che l'Adriatico era

alquanto più esteso, perché penetrava dentro nella valle padana fin verso Torino lambendo le Prealpi e formando, lungo la linea di essi, promontori, golfi, insenature, nelle quali venivano gettate dalle onde le carcasse delle gigantesche balene e di altri cetacei che ora possiamo ammirare nei sedimenti marini argillosi e sabbiosi, specialmente in quelli del Preappennino Emiliano.

Le spiagge di questi mari caldi (come ci dicono i fossili vegetali) che giungevano fino a Cuneo, Ivrea, Varese, Como, Bergamo, senza però inoltrarsi negli attuali laghi prealpini che allora non esistevano se non come semplici valli dal fondo più elevato di quanto non lo sia oggi, erano frequentate da giganteschi proboscidati: Dinotherium, alti 6 e più metri e con le zanne derivanti dalla mascella inferiore, Mastodonti, con due paia di zanne diritte. Sono questi i progenitori dei veri e propri elefanti che solo nell'êra seguente compaiono coll'Uomo.

I depositi pliocenici in Italia che accompagnano le falde delle Alpi e dell'Appennino sono sì sollevate, anche di 500-1200 m. rispetto al livello odierno del mare, ma non sono piegati; il che dimostra che tra il Pliocene e il Quaternario vi furono sopratutto spostamenti verticali anziché di piegamento.

5. - **Êra antropozoica** (quaternaria). — È l'êra attuale. Le sue caratteristiche più salienti sono:

1) lo sviluppo di immensi *ghiacciai* in tutte le regioni della Terra (limite delle nevi circa 1200 m. più basso dell'attuale; perciò nelle Alpi in media era a m. 1700 invece che ai m. 2900 odierni):

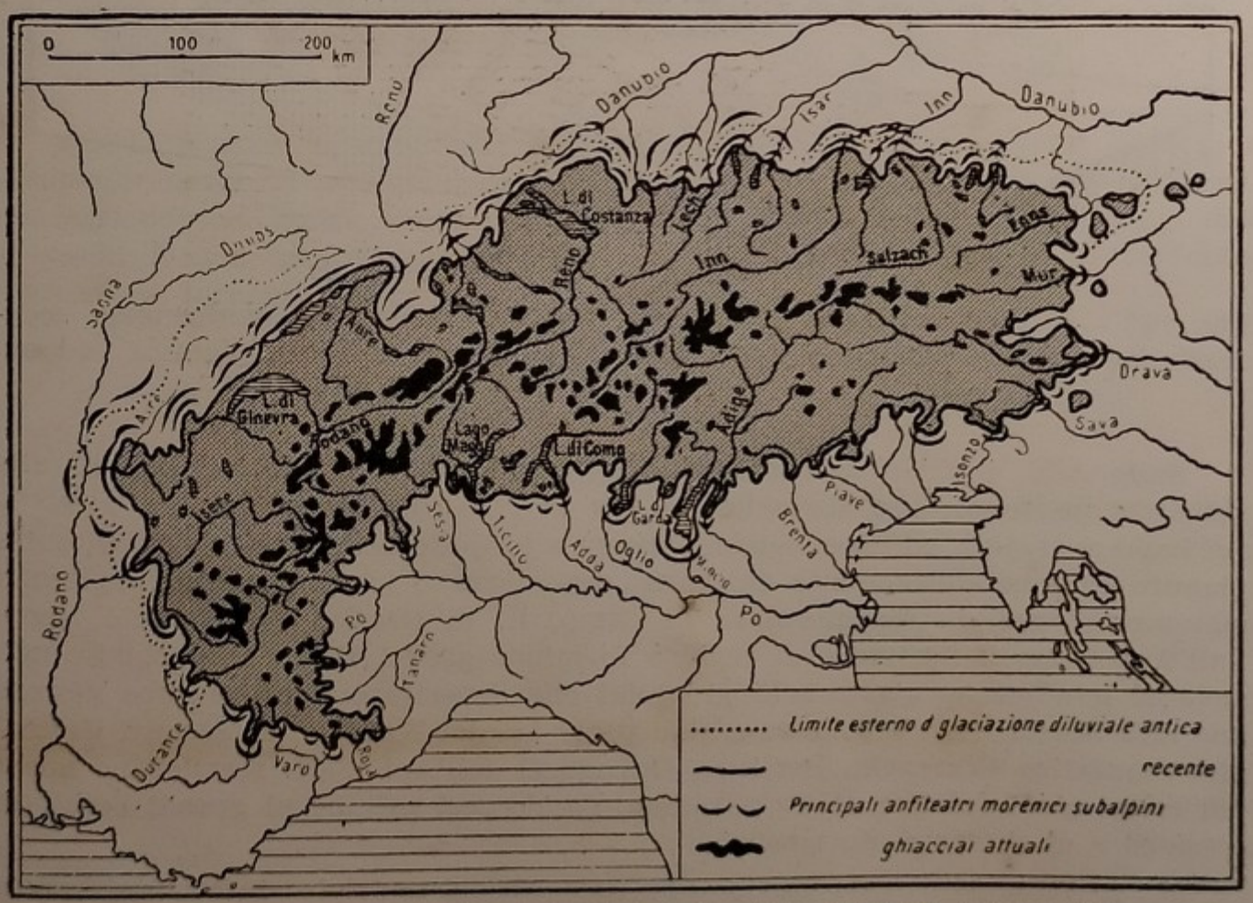


Fig. 411. — I limiti dei ghiacciai sulle Alpi nell'êra quaternaria. Cercate di esaminare bene qualche regione a voi nota.

2) lo sviluppo di ghiandiosi *fiumi* dove per le più alte temperature non potevano formarsi ghiacciai e nei periodi di ritiro di ghiacciai;

3) la comparsa dell'*uomo* sulla Terra.

Possiamo distinguere l'êra in un periodo glaciale e in un periodo postglaciale, o attuale.

1) Il periodo *glaciale* (o *diluvium*, che però non ha nulla a che vedere con il diluvio biblico) ha interessato tutte le regioni della Terra; fu quindi un fenomeno generale; e dove, come nelle regioni equatoriali non troppo elevate non si poterono formare ghiacciai, vi fu un grande sviluppo di fiumi, i quali, ormai scomparsi, ci hanno lasciato le loro testimonianze in profondi solchi da essi erosi e in vaste estensioni di ghiaie di sedimentazione senza dubbio fluviale.

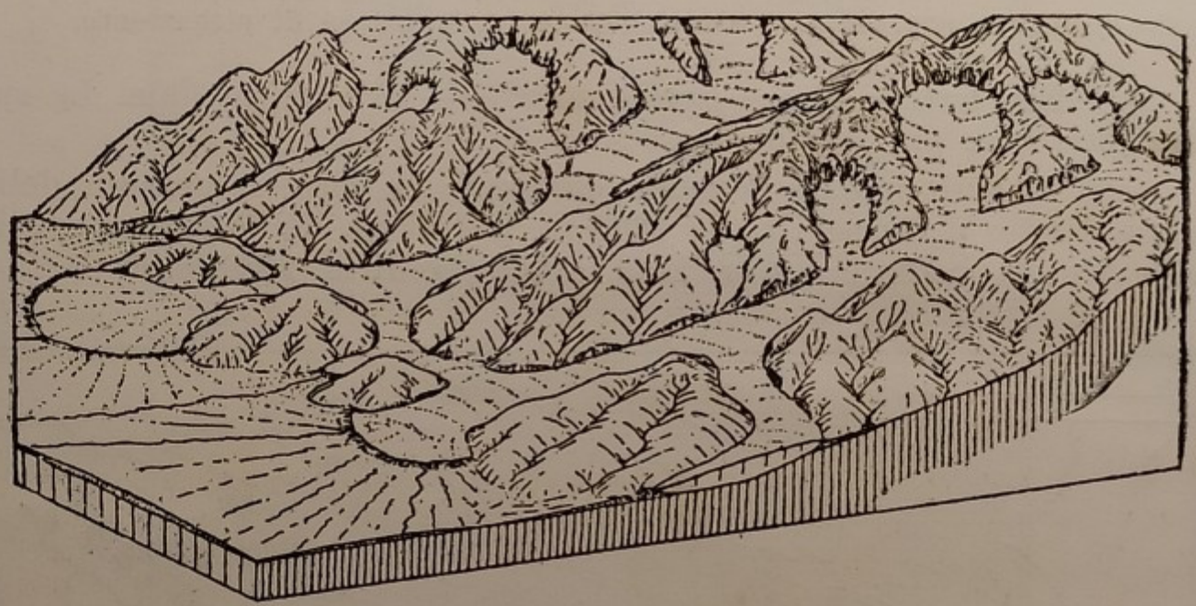


Fig. 412. — Come dovevano presentarsi i ghiacciai dell'êra quaternaria scendendo dalle Alpi e sfociando con le loro larghe fronti sull'alta pianura padana.

Sulle Alpi, i ghiacciai che oggi occupano i più alti circhi delle più alte vette, in questo periodo discendevano per le valli, per le conche ora occupate dai laghi prealpini, ed espandendosi spesso alle falde delle prealpi, quivi, sulla pianura da poco abbandonata dal mare, depositavano i loro grandiosi anfiteatri morenici (Ivrea, L. Maggiore, L. di Como, L. di Garda, Tagliamento, ecc.). Sull'Appennino il fenomeno si verificò in minor grado. Dalla Penisola Scandinava si irradiarono giganteschi ghiacciai che depositarono estesissime morene fino alla Scozia e all'Inghilterra, all'attuale M. del Nord, alla pianura Germanico-Sarmatica (Varsavia, Berlino). Dai monti dell'Am. Sett. scendevano ancor più estesi ghiacciai fino al 40° parallelo, dando così origine ai grandi laghi (di erosione e di sbarramento morenico).

Ma lo sviluppo di ghiacciai non fu unico, bensì multiplo; infatti dall'esame delle morene nell'alta pianura Padana, le quali si presentano spesse volte sovrapposte e alternate con depositi alluvionali, pare che, almeno nella regione

alpina, siano discesi verso le pianure tre o quattro volte. Si potrà perciò meglio parlare di 4 fasi glaciali alternate con tre fasi interglaciali.

Appartiene a questo periodo lo sviluppo di vulcani dell'Italia centrale e meridionale, dei quali la massima parte sono ormai spenti (M. Amiata, M. Vulsini, M. Cimini, M. Sabatini, Colli Albani, Roccamonfina, Campi Flegrei, Vúlture, Sardegna).

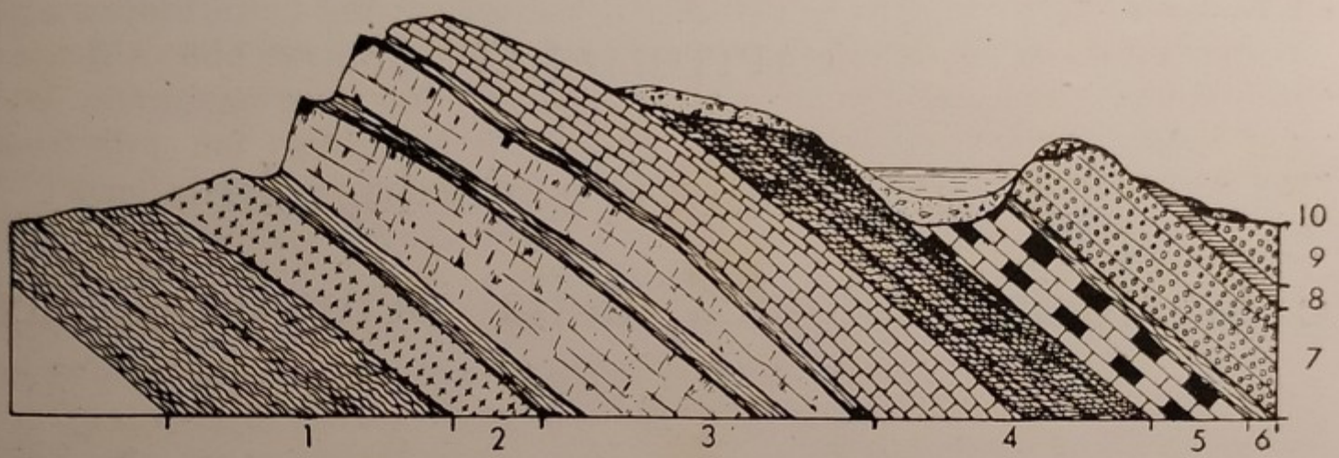


Fig. 413. — Profilo ideale attraverso una nostra montagna prealpina regolare (Campo dei Fiori - Varese). 1. - Scisti del paleozoico; 2. - Porfidi del Permiano; 3. - Dolomie compatte alternate con argille tenere del trias; 4. - Calcari e marne del giura; 5. - Calcari duri bianchi e marne del cretaceo; 6. - Calcari e marne dell'eocene-oligocene; 7. - Conglomerati del miocene; 8. - Argilla fossilifera del pliocene in straterelli orizzontali; 9. Alluvioni del quaternario; 10. - Morenico del quaternario con conca lacustre (L. di Varese).

2) Il periodo *postglaciale* (detto anche molto impropriamente *alluvium*) è caratterizzato da una regressione generale più o meno rapida dei ghiacciai fino agli odierni limiti. I fiumi derivati coprono con i materiali asportati dai ghiacciai le più antiche pianure che poi profondamente solcano in profondi e grandiosi terrazzi (alta pianura Padana).

CAPITOLO LXX

La vita nelle êre geologiche e la storia geologica della penisola italica

1. - **La vita nelle êre geologiche.** — Da quanto abbiamo visto possiamo ora riassumere quasi in uno schema la serie degli organismi comparsi sulla Terra, dai primi tempi della vita alla comparsa del-

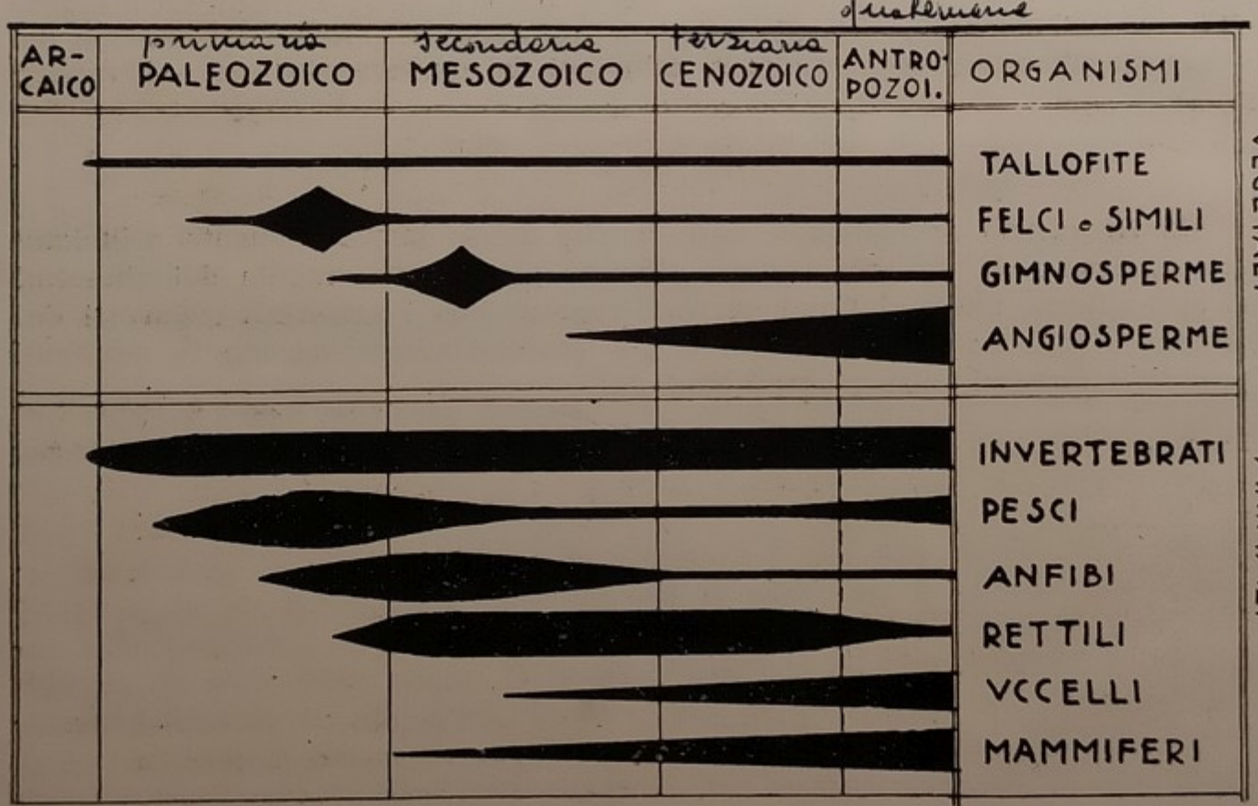


Fig. 414. — Comparsa e sviluppo delle varie categorie di piante e animali nelle varie êre geologiche.

l'uomo. Ricordiamo anzitutto la quasi repentina apparizione di una discreta quantità di organismi, anche di alcuni già alquanto complicati ed in ogni modo dei primi rappresentanti di già almeno quat-

tro tipi di animali, fin dall'êra primaria (paleozoica, se non arcaica); solo in parte spiegabile con metamorfismi che hanno cancellato le tracce di viventi che dovrebbero essere stati i progenitori di quelli che notiamo nel paleozoico.

Quanto alla **flora** abbiamo visto:

nel paleozoico antico, le piante sono rappresentate da *alghe*, tutte acquatiche; nel carbonifero compaiono le *felci*, con abbondanti licopodi e code cavalline gigantesche; il mesozoico antico è il dominio delle *gimnosperme;* poi compaiono e si sviluppano le *angiosperme anemofile;* nel cenozoico dominano le *angiosperme entomofile*.

Come si vede, prima compaiono le piante meno complesse e con tessuti meno differenziati e solo più tardi, col decrescere di queste sia di numero che di specie e di grossezza, compaiono e si sviluppano maggiormente le più complesse, le più differenziate nei loro tessuti, che acquistano perciò una maggiore specializzazione di funzione.

Quanto alla **fauna** l'ordine è identico: nel Paleozoico antico esistono solo *invertebrati* poco complessi; poi compaiono i primi vertebrati (*pesci* placodermi e cartilaginei); nel permiano gli *anfibi;* nel giurese dominano i *rettili;* nel cretaceo compaiono e si sviluppano i primi *uccelli;* nel cenozoico dominano i *mammiferi;* nel quaternario compare l'*uomo*.

Come si vede, per i vertebrati è ben manifesto l'ordine di apparizione: solo molto tardi compaiono quelli di organizzazione più complessa.

Ma anche per altri tipi l'ordine è pure alquanto evidente.

La paleontologia ci dice perciò che gli strati più recenti hanno *specie più simili* alle attuali e che gli strati via via più antichi hanno invece organismi più diversi dagli odierni e nel complesso con organizzazione via via meno complicata.

Così si stabilì il triplice principio: della graduale scomparsa di antiche specie; della comparsa graduale di nuove specie; di una sempre maggior complicazione istologica e fisiologica negli organismi. Venne allora spontanea l'idea che gli organismi recenti, più complicati, derivassero da quelli antichi meno complicati. E cioè si vide nella paleontologia un argomento di conferma all'ipotesi della *evoluzione* degli organismi.

È interessante notare che mentre alcuni gruppi sono lentamente sorti, sviluppati in un grande numero di forme, e poi lentamente scomparsi (ripetendosi così per le classi, per i generi e per le specie ciò che avviene nella vita degli individui), altri gruppi sono *improvvisamente sorti* ed altri *improvvisamente scomparsi*. Cuvier, il grande naturalista, per spiegare questo ha ammesso che alla fine di ogni grande êra, fosse avvenuto un gran cataclisma, con scomparsa della maggior parte degli esseri viventi allora; ed al principio di ogni êra successiva fosse intervenuto un atto di nuova creazione da parte di Dio. Ma la scienza a questo riguardo non ha potuto dire ancora nulla di sicuro tanto più che i mezzi di indagine sono ancora troppo limitati.

2. - **Storia geologica della Penisola Italica.** — Quella parte della superficie terrestre che ora forma la Penisola Italica un tempo non esisteva ed al suo posto eravi il mare. In questo mare si son venuti formando i primi sedimenti marini (scisti e calcari paleozoici delle Alpi) mentre altrove si sviluppavano rigogliose foreste di felci e code cavalline (carbonifero delle Alpi occidentali). In seguito, attraverso questi sedimenti si aprirono la via potenti vulcani costieri originando porfidi ed altre rocce vulcaniche (Permiano del Varesotto e Bolzanese). Queste regioni venivano poi in parte emergendo e con i prodotti della loro distruzione si formavano le arenarie di base del trias, rapidamente ancor esse sommerse. Sopra tutte queste roccie trovavano buon fondo i coralli ed altri animali marini costruttori che davano origine a grandiose isole e scogliere madreporiche tra cui miliardi di protozoi depositarono i loro scheletri, silicei e calcari (mesozoico delle Alpi e dell'Appennino).

Sopra questi, altri sedimenti calcari di mummuliti, sedimenti argillosi e marnosi (cenozoico antico dell'App. sett.) tra i quali si intrusero magmi vulcanici olivinici. Si giunge così al sollevamento e corrugamento alpino che finalmente fa emergere dal mare queste rocce formatesi in milioni di anni quasi sempre coperte finora dalle acque salate. Si vien cioè individuando la Penisola Italiana, dapprima come un arcipelago di isolotti e piccole penisole fra i cui mari chiusi vi sedimentavano gesso, zolfo, salgemma, ecc.; e poi, continuando il sollevamento, come una vera penisola, ma più assottigliata dell'attuale. Il mare Adriatico occupava ancora tutta la valle Padana lambendo le Prealpi e l'Appennino, e frazionava la Calabria in isolette: molta parte viene guadagnata al mare, molta parte è da esso sepolta. Gli attuali vulcani (Etna, Vesuvio) si iniziano in questo periodo e molti altri ora estinti fanno la loro apparizione nella Toscana, nel Lazio, ecc. Poscia i fiumi, i ghiacciai ed ancora nuovamente altri fiumi colmano la fossa Padana, originando le fertili regioni della Pianura lombarda ed emiliana, e la regione alpina stessa torna a sollevarsi lentamente. Altrettanto dicasi delle altre pianure. Noi siamo appunto in un tale periodo.

La Penisola italiana è dunque una regione geologicamente giovane, non solo quanto ai terreni di cui è composta (specialmente secondari e terziari), ma soprattutto quanto alla data della sua emersione dal mare, per cui gli agenti meteorici non hanno ancora potuto smantellare le alte vette alpine, in modo da mostrarci i tesori di metalli pesanti forse racchiusi negli strati più profondi mentre così invece è avvenuto ad esempio per gli Uráli ed i Vosgi, smantellati, quasi spianati, residui delle primitive catene paleozoiche. Terremoti, vulcani, intensi ed evidenti bradisismi (colonne di Pozzuoli) sono prove sicure di questa sua giovinezza, di questa sua recente origine, e ripetiamo ancora, più che recente origine, recente emersione dal mare.

Quanto alla composizione geologica già abbiamo visto a proposito di ogni èra e di ogni periodo, d'altronde più che una schematica ed àrida descrizione, varrà meglio che procuriate di avere l'occasione di considerare sotto questo lato la regione da voi abitata. Nelle vostre escursioni non mancate di studiare un po' prima la geologia dei posti che volete visitare. Acquisteranno esse in tal modo immensamente maggior valore.

ERE DELLA TERRA

Ère	Periodi	Rocce italiane più comuni	Fossili	Fenomeni più importanti
Azoica o Arcaica		Rocce cristalline delle Alpi, Calabria e Sardegna		
Paleozoica o Primaria	Cambriano Siluriano Devoniano Carbonifero		*Trilobiti*	Grandi corrugamenti
		Scisti ed arenarie con carboni fossili in Val di Aosta e A. Bergamasche		
	Permiano	Porfidi (Varesotto e Bolzanese)		Fenomeni vulcanici intensi
Mesozoica o Secondaria	Trias	Marmi delle A. Apuane; Dolomiti	*Ammoniti*	Sui fondi dei mari si vanno costruendo le rocce che emergeranno poi a costituire le Prealpi e l'Appennino
	Giura	Marmi delle Prealpi		
	Creta	Calcari delle Prealpi e del Carso		
Cenozoica o Terziaria	Eocene	Calcari nummulitici	*Nummuliti*	Energico piegamento e sollevamento della volta Appennino-Alpina
	Oligocene			
	Miocene	Gesso e solfo delle Romagne, Avellino, Sicilia		Primo sgretolamento della dorsale Alpino-Appennina
	Pliocene	Argille e sabbie marine che ora lambiscono fino anche a m. 500-600 l'Appennino e le Alpi		Il mare penetra addentro in quasi tutte le attuali pianure Nuovo sollevamento alpino-appenninico
Antropozoica o Quaternaria	Glaciale	Morene alternate con alluvioni	*Uomo*	Invasione glaciale: modellamento dei monti e depositi morenici. Comparsa dell'uomo
	Alluvionale	Alluvioni		Attività vulcanica attuale Formazione delle attuali pianure.

CAPITOLO LXXI

La comparsa dell'Uomo sulla Terra

1. - **La comparsa dell'uomo.** — Indizi sicuri della comparsa dell'uomo, non ostante alcune pretese scoperte, furono riscontrati finora solo nei terreni che per vari altri motivi sono ritenuti come quaternari, la cui êra viene opportunamente denominata anche *antropozoica*.

Oggi la scienza tende a far derivare l'umanità da un unico ceppo comparso nel quaternario antico (1) da cui, durante il periodo

Fig. 415. — Punte, coltelli, asce, scheggiate e levigate.

caldo umido succeduto alla seconda invasione glaciale, i discendenti si sarebbero dispersi dirigendosi secondo tutte le direzioni a occupare tutte le terre dell'Atlantico Continentale e forse anche del Nuovo attraverso la cintura di terre tra l'Asia e l'America Settentr. di cui i residui odierni sono le isole Aleutine.

Gli avanzi conosciuti dagli uomini preistorici più antichi sono: la mascella di Heidelberg, avente caratteri simili a quelle di scimpanzé ma con denti senza

(1) Forse 60-80 mila anni fa. Ma anche su ciò la scienza non ha ancora detto nulla di sicuro. È certo tuttavia che la storia dell'Uomo in tutta la sua completezza occupa una infinitesima parte della storia geologica della Terra.

dubbio umani, il cranio di Neanderthal dalla fronte sfuggente e dagli enormi archi orbitali, e il cranio di Cro-Magnon (Dordogna) dai caratteri più elevati. Ma sono documenti così scarsi che poco ci possono dire di completo sulla origine dell'uomo come organismo fisico. La distinzione in periodi viene effettuata dai Paletnologi (Pal-etno-logia = studio dei popoli antichi) in base alle ma-

Fig. 416. — Renna incisa dai primi uomini sopra corno di Renna.

terie usate dagli uomini e al modo di lavorazione delle varie suppellettili. Così si hanno le varie età della pietra e poi quelle dei diversi metalli (rame, bronzi, ferro, ecc.); ma con le età dei metalli siamo alle porte della preistoria (civiltà faraonica, civiltà minoica, micenea, omerica, etrusca, celtica) e la geologia lascia il posto alla archeologia e alla storia.

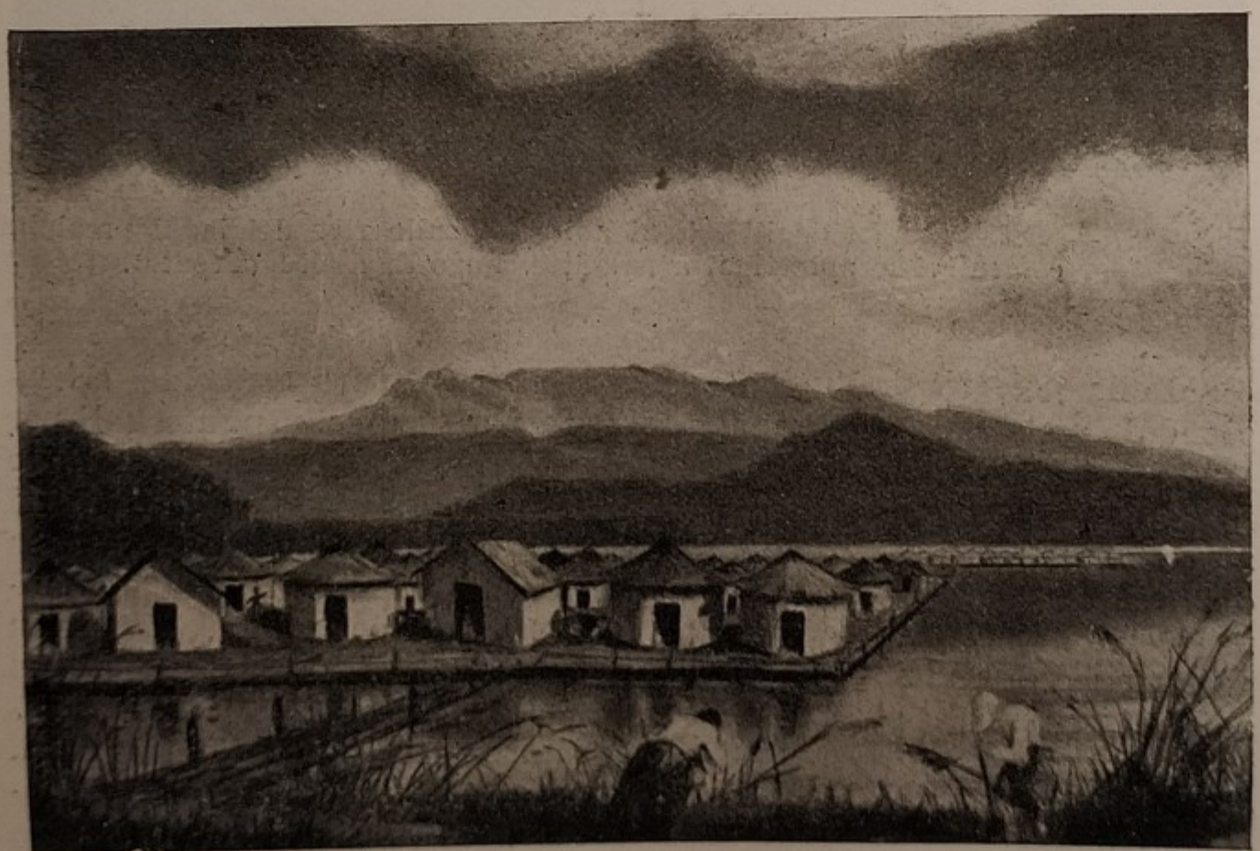


Fig. 417. — Ricostruzione d'un villaggio di palafitte dell'età della pietra levigata su un laghetto prealpino (Isolino sul L. di Varese con lo sfondo del Campo dei Fiori).

Lunghissime sono le prime età, durante le quali lentissimamente e dopo innumerevoli esperienze l'uomo riesce a vincere in piccola parte il mondo che lo circonda; più rapido è lo sviluppo della civiltà nelle età successive; rapidissimo in quella odierna.

2. - **Le età della pietra** sono la *eolitica*, la *paleolitica*, la *neolitica*, e la *eneolitica*, i cui termini hanno una etimologia evidente. Nella *eolitica*, l'uomo, veramente primitivo, usa come armi semplici pietre così come le trova senza lavorarle.

Fig. 418. — Pali piantati dagli antichi abitatori sulle rive dei laghi prealpini per costruirvi le abitazioni a palafitte. Lago di Ledro (Trento).

Nella *paleolitica* l'uomo usa le selci a frattura concoide, scheggiandole malamente onde foggiarsi asce per la caccia, punteruoli per lavorare pelli da vestimenta; già aveva trovato il modo di produrre il fuoco con la selce focaia; lavora le ossa di renne per costruirsi armi, arpioni, aghi, oggetti ornamentali; incide sulle stesse ossa disegni veramente originali e realistici che ci riproducono gli animali con i quali viveva l'uomo: mammouth, renna, ecc. Viveva in grotte e solo da ultimo riuscì ad addomesticare le renne e pochi altri animali. I paleolitici, da quel poco che si sa, pare fossero prevalentemente *dolicocefali*. Alla fine di questa età la scienza (esame degli enormi accumuli di alluvioni) e la tradizione di molti popoli dimostrano che vi furono grandiosi fenomeni fluviali (forse il diluvio della Bibbia) che determina grandi trasmigrazioni di popoli e il sostituirsi nell'Europa di popolazioni *brachicefale* a quelle dolicocefale.

Nella *neolitica,* l'uomo lavora ormai ottimamente la pietra rendendola liscia e le ossa; abbandona la vita nomade per dedicarsi maggiormente alla pastorizia e all'agricoltura; nei paesi lacustri fabbrica abitazioni e villaggi su palafitte; produce le prime stoviglie e, forse a ricordo di memorabili avvenimenti (battaglie, funerali, ecc.) costruisce grandiosi monumenti megalitici, fatti di grosse pietre, sovrapposte (dolmen) o allineate (menhir) o disposte in circolo. Villaggi palustri abitati dall'uomo neolitico troviamo alle falde delle Alpi centrali sul versante sia svizzero che lombardo, nelle regioni

Fig. 419. — Dolmen in Svezia: antichissimi monumenti a ricordo di grandiosi eventi della preistoria, chiamato oggi dal popolo « La Tomba dei Giganti ».

acquitrinose moreniche, un tempo occupate dai ghiacciai ed ancora attualmente occupate da laghetti. Notevoli i depositi neolitici nelle torbiere del Varesotto, della Brianza, ecc., che hanno fornito innumerevoli oggetti ai Musei di Varese e di Como.

Nella *eneolitica* si inizia l'impiego di qualche metallo nella fabbricazione di oggetti d'uso.

Naturalmente lo sviluppo della civiltà, come è da noi intesa, non è stato universale o uniforme; in molti casi si ebbero lunghissime stasi, in altri addirittura delle involuzioni, in altri ancora sviluppi di civiltà d'indoli diverse o di solo qualche lato di civiltà: la quale, senza dubbio dovrebbe consistere per l'uomo, che è dotato di corpo e di spirito (e forse solo nello spirito e nella volontà, espresse attraverso la parola e l'azione, l'Uomo differisce dagli altri organismi) non solo nel sapere vincere e utilizzare le forze di natura, ma anche nel tendere attraverso leggi giuste ad una sempre più pacifica convivenza e a raggiungere un equilibrio sempre maggiore tra i valori fisici e i valori spirituali.

PARTE IV

GEOGRAFIA ANTROPICA

592

1939

CAPITOLO LXXII

Distribuzione attuale degli uomini razze - popoli - nazioni

1. - **Distribuzione attuale degli uomini.** — Si calcola che la popolazione attuale del globo si aggiri sui 2 *miliardi* di individui così distribuiti: 500 milioni in Europa, 1100 milioni in Asia, 150 in Africa, 180 nell'America Settentr.-Centrale, 80 nell'America Merid., 10 in Oceania (Australia e Isole).

Chiamasi *ecuméne la parte del globo abitata permanentemente dall'uomo*. Esso si spinge a nord fino all'80° parallelo, a sud fino al 56°; tale diversità è dovuta non solo alla scarsezza di terre emerse nell'emisfero sud, ma anche alle peggiori condizioni climatiche e all'isolamento generale delle poche terre meridionali che perciò si trovano in condizioni infelici anche dal punto di vista economico-commerciale.

Nello stesso ecumene poi esistono zone scarsamente abitate; tali sono: i mari, i deserti, le alte montagne, le zone paludose, le foreste equatoriali. Queste zone non sono però assolutamente inabitabili o disabitate, perché l'uomo con l'intelligenza riesce a vincere le condizioni avverse quando ne trovi un certo tornaconto, di qualunque ordine questo sia. Basta pensare, oltre alla moltitudine di uomini dediti alla vita marinara e ai trasporti sulle carovaniere dei deserti, ai guardiani dei rifugi alpini, ai lavoratori delle miniere e delle campagne in zone miasmatiche, ecc. Perciò i limiti delle abitazioni (limiti polari, altimetrici, ecc.) vanno sempre più perdendo di valore.

Per un dato territorio possiamo considerare due sorta di valori per la popolazione e cioè la *popolazione assoluta* (= il numero effettivo di individui), e la *popolazione relativa o densità* (= il numero di abitanti per ogni kmq. supponendo la popolazione egualmente distribuita per tutto quel territorio) che si ottiene dividendo la popolazione assoluta per la superficie. Dei 150 milioni di terre

emerse. 18 milioni sono fuori dell'ecuméne, 100 milioni hanno densità inferiore a 1, 26 milioni hanno tra 1 e 50, 3 milioni tra 50 e 100, e altri 3 milioni oltre 100. Le terre più dense sono: Cina, Giappone, Indonesia, India; fascia centrale dell'Europa (Inghilterra, Germania, Italia); coste atlantiche dell'America Settentr. Per dare qualche esempio, la densità dell'Italia è 140; della Francia è 75, di Giava è 350.

La densità di popolazione dipende soprattutto da fattori economici e da fattori politico-storici; generalmente però i fattori economici sono in rapporto con condizioni fisiche-geografiche, quali: fertilità o meno del terreno (per il terreno in sé, per la presenza di acque, ecc.), forma più o meno pianeggiante e più o meno elevata del territorio, condizioni climatiche e igieniche, posizione isolata o a contatto con altre; vicinanza al mare, cc. Non così invece i fattori politico-storici che spesso agiscono con piena indipendenza dei fatti fisici (si pensi alla scarsa densità della fertile e pianeggiante Francia rispetto alla forte densità della montuosa e talora arida Italia): e certo questo può spiegare alcune migrazioni di popoli alla ricerca di terre più fertili.

Fig. 420. — Le Grandi Razze Umane sulla Terra. 1) R. Bianca; 2) R. Gialla; 3) R. Negra.

2. - **Razze umane.** — È tale e tanta la diversità di tipi umani che non si è ancora riusciti ad ottenere una classificazione esatta delle razze basata su caratteri somatici (caratteri fisici del corpo). Tuttavia si può asserire che le razze principali, da cui poi sono

derivate per incroci per successive particolari trasformazioni le più diverse varietà, sono la razza bianca, la razza gialla, la razza nera, i cui nomi derivano dal colore della pelle (carattere somatico che si connette con altri).

1) La **Razza bianca:** ha pelle che tende al bianco, capelli ondulati, neri o biondi, occhi di colore assai vario, bocca piccola, naso prominente ma generalmente fine; viso ovale; spiccato ortognatismo (cioè angolo facciale quasi vicino a 90°), brachicefalia (i due assi orizzontali del cranio sono quasi eguali) e statura normalmente alta, e, ad ogni modo, armoniche proporzioni del corpo. Essa si estendeva in origine alla parte peninsulare dell'Eurasia (Europa occidentale e centrale, Asia minore, Caucaso, Arabia, Persia, India) oltre che alle coste africane sul Mediterraneo e sul Mar Rosso.

Questa è la primitiva localizzazione. In seguito gli Arabi occuparono altre regioni dell'Africa settentrionale fino ad allora forse occupata da negri, altri bianchi hanno poi occupata l'America distruggendo o confinando in regioni meno ospitali i primitivi abitatori o fondendosi con essi. Altri ancora la rimanente Africa e l'Australia. Però i bianchi, sviluppatisi in climi temperati, generalmente asciutti, variabili, male si adattano ai climi caldo-umidi ed uniformi snervanti e vanno soggetti facilmente alle malattie tropicali (malattia del sonno, ecc.) nonostante il progresso della medicina coloniale.

In particolari ambienti di clima i caratteri somatici della razza mutano alquanto. Così il tipo *boero*, derivato dall'Olanda, è alquanto vicino al Cafro; il *tipo jankee* (Am. del Nord) ricorda il Pellerossa; gli inglesi in Australia assumono tinte più scure nella pelle e nell'iride.

La razza bianca raggiunse un grado elevato nella ricerca di mezzi più atti alle comunicazioni, allo sfruttamento delle forze di natura. Civiltà quindi eminentemente tecnico-pratica oltre che di pensiero.

Comprende le tre principali Stirpi i cui nomi derivano dai 3 figli di Noè: *Semiti, Camiti, Giapeti.* Ai primi appartengono gli arabi, gli ebrei, gli egizi; ai secondi i berberi e la maggior parte degli abissini; agli ultimi (detti anche ariani o indoeuropei) gli indiani, gli afgani, i persiani, gli europei e tutti i derivati da questi. Chiamansi *meticci* gli incroci di bianchi con indigeni americani, e *mulatti* gli incroci di bianchi con negri.

2) **Razza gialla.** — Colore prevalentemente giallastro, capelli diritti e grossi, faccia larga e appiattita; occhi obliqui ed a mandorla; naso fine ma quasi schiacciato; peli scarsi, staturi generalmente bassa, ma nelle sotto razze derivate o migrate dai punti di origine, anche alta. Occupa la parte più continentale e orientale dell'Eurasia (Cinesi, Giapponesi, Mongoli, Manciuriani ecc.), l'Indocina, la Micronesia, la Polinesia, le due Americhe, dove si è riconosciuto che tutte quelle popolazioni indigene dipendono da un unico ceppo appartenente alla razza gialla pur avendo modificato molti caratteri (altezza ecc.) forse in relazione alle nuove condizioni ambientali (esquimesi, pellirossa) e a particolari processi evolutivi.

Le invasioni mongoliche antichissime e recenti hanno portato anche in Europa molte popolazioni di razza gialla, lasciando alcune isole etniche: gli Ungheresi (magiari) che si sono da tempo europeizzati, i Turchi, i Finni e i Lapponi.

La razza gialla è resistentissima a tutti i climi e poco soggetta alle malattie infettive. Essendo eminentemente continentale ed essendosi sviluppata sulle ampie regioni montuose, ad altipiani, steppose o addirittura deserte, isolata dalle altre razze, la razza gialla si orientò maggiormente verso una civiltà eminentemente agricola ed in parte anche intellettuale. Ma i giapponesi hanno fin troppo dimostrato di poter facilmente assimilare i portati della civiltà europea e sfruttarli a loro beneficio.

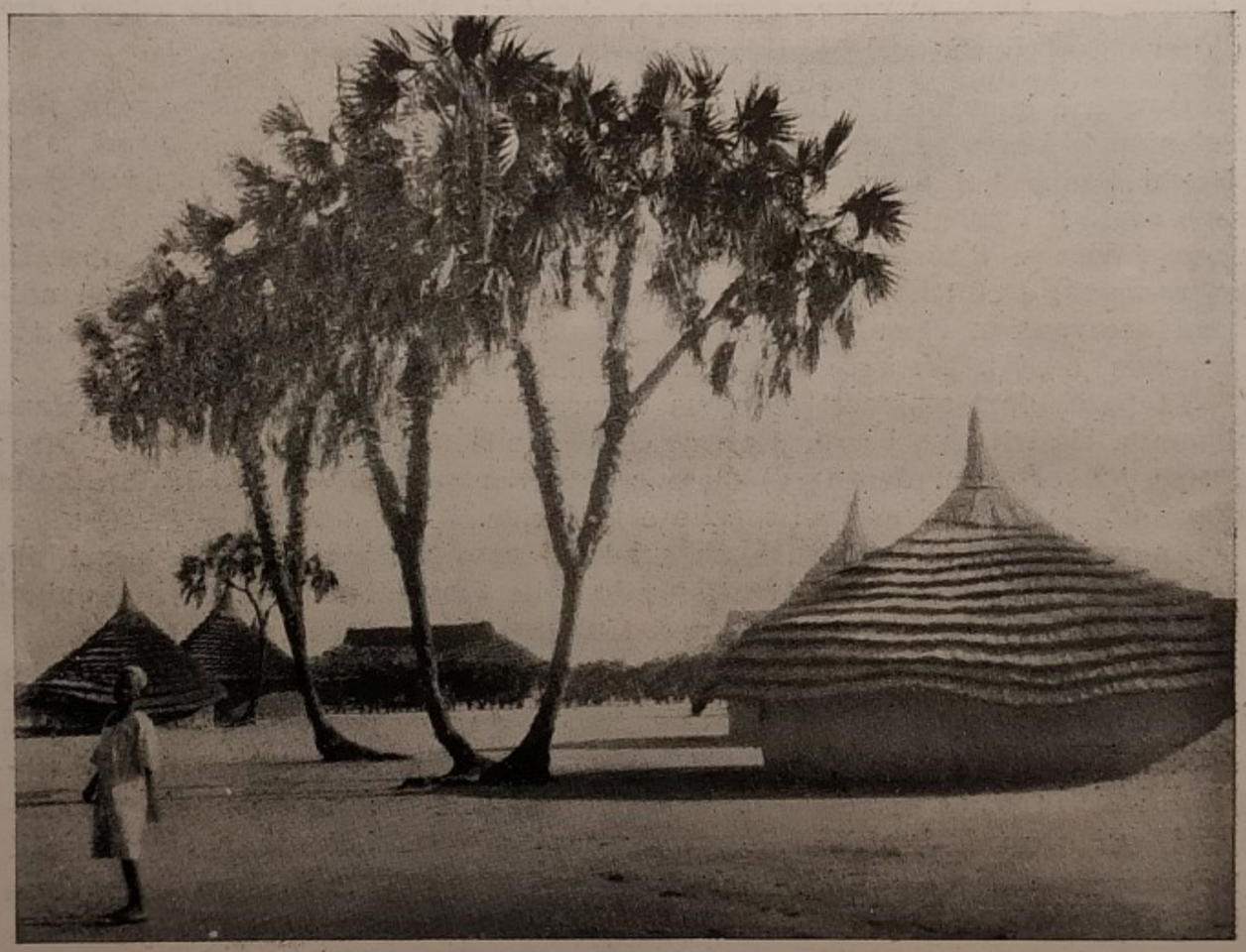


Fig. 421. — Tucul di negri nell'Uganda presso gruppi di Palme dum.

3) **Razza nera.** — Capelli neri, corti, crespi; pelle bruna-nerastra con infinite gradazioni; zigomi sporgenti; bocca prominente; dolicocefalia e forte prognatismo (cranio allungato e con angolo facciale minore di 90°); labbra tumide e evertite; naso largo e schiacciato; statura generalmente molto alta; gambe e braccia lunghe; magri; la loro pelle produce sudore ed altre escrezioni di odore nauseante. È resistente più delle altre razze ai climi caldi ed umiditorridi; meglio degli altri, i negri si adattano alle regioni tropicali. In generale si trovano ad un livello basso di civilià. Abitano: l'A-

frica, l'Australia, la Melanesia e, per immigrazione (tratta degli schiavi) l'America Sett. e Centrale. Da incroci con i gialli derivano i *zambos*.

3. - **Popoli, Nazioni, Stati.** — Si è detto che ogni razza è costituita da diverse *stirpi;* a sua volta ogni stirpe è costituita da *genti* e queste da *popoli*. In questi ultimi casi si tiene molto conto dei caratteri psichici, linguistici e tradizionalistici. Così ad esempio la stirpe indoeuropea è costituita dalle genti: germanica, neolatina, albanese, greca, ecc.; e la gente neolatina è costituita dai popoli italiano, francese, rumeno, spagnolo, portoghese, ecc.

Per *popolo s'intende l'insieme di uomini aventi una stessa storia, tradizione, lingua, anche se sono distribuiti in regioni e Stati diversi*. Così appartengono al popolo italiano anche gli italiani della Tunisia.

Fig. 422. — Un lembo di New York con gli enormi grattaceli.

Per Nazione s'intende un gruppo umano omogeneo riunito politicamente in Stato.

Per Stato s'intende una organizzazione di uomini intesa al conseguimento e alla tutela di beni comuni, esercitante diritti sovrani su un territorio. Gli elementi d'uno Stato sono perciò: *popolazione, territorio, sovranità.* Mancando qualcuno di questi elementi non può esistere lo Stato se non sotto forma, nel migliore dei casi, di Stato virtuale, come fu dello Stato Serbo quando il suo territorio venne

totalmente invaso dalle armate austriache, e dello Stato Pontificio per 60 anni; così con la fuga di Ras Tafari dall'Etiopia senza aver ceduto ad altri sul posto i poteri di sovranità, cessò di esistere l'Impero dei Negus. Ben diversamente avvenne per il Belgio durante la grande guerra perché non solo rimase in mano ai belgi un po' del loro territorio, ma rimase anche su questo in permanenza l'autorità dello Stato (Capo, Governo, ecc.).

Gli Stati possono perciò essere: *nazionali* (o mononazionali), quando la popolazione è in massima parte costituita d'una sola stirpe, com'è del Regno d'Italia costituito di genti italiane per il 98,5 %; *pseudoplurinazionali,* quando la popolazione appartiene a stirpi diverse e parla lingue diverse, ma è oramai avvenuta una quasi completa fusione politico-culturale, come è della Svizzera formata da una parte del popolo tedesco, del popolo italiano e del popolo francese; e del Belgio che è formato dal popolo vallone (stirpe neolatina) e del popolo fiammingo (stirpe germanica); *plurinazionali,* quando la popolazione appartiene a stirpi diverse che per le più diverse cause (ordinamenti politici, tempo) non si sono ancora fuse, com'era dell'ex Impero austro-ungarico, costituito di slavi, tedeschi, italiani e magiari. Vi sono Stati che sono riusciti a fondere talmente i diversi popoli che lo costituivano, d'aver creato con essi un popolo unico: si pensi alla fusione dei popoli italici operata da Roma; viceversa si danno casi di uno Stato costituito di un sol popolo o per lo meno d'una sola stirpe, che si scinde in diversi Stati in corrispondenza di gruppi regionali-dialettali: era questo il tentativo dei comunisti spagnoli che volevano fare della Spagna per lo meno tre Stati: spagnolo, basco e catalano.

La sede degli organi centrali dello Stato, attraverso i quali viene esercitata la sovranità, chiamasi *capitale.*

1527

CAPITOLO LXXIII

Distribuzione delle piante e degli animali di valore economico fondamentale Principali mercati delle materie prime

1. - **Distribuzione delle piante di valore economico fondamentale.** — La distribuzione delle piante coltivate dall'uomo è in rapporto con la maggiore convenienza economica d'una data coltivazione. Tale convenienza economica può essere causata: o dalle più felici condizioni fisiche di clima, di terreno, ecc. per cui il rendimento è alto (caucciù a Singapore); o dalla presenza di mano d'opera poco costosa e più numerosa (piantagioni di cotone negli S.U.A.); o dalla maggior vicinanza al mercato di vendita, ecc. Esaminiamo la distribuzione dei principali prodotti agricoli.

1) *Frumento* (Triticum vulgare). È il cereale dei paesi temperati, conosciuto dagli uomini fin dall'età della pietra.

La produzione mondiale annua del grano si aggira su 1.400.000 tonnellate, ripartiti presso a poco in questo modo:

Stati Uniti d'America 12 %, Argentina 6 %, Canada 6 %, Russia 25 %, Indie inglesi 8 %, Paesi Danubiani (Ungheria, Rumenia, Bulgaria) 6 %, Francia 7 % (tuttavia ne deve importare), Italia 6 %, Australia 4 %.

2) *Avena* (biada). Richiede una maggior varietà di terreni e di clima. Usata attualmente solo per l'alimentazione di cavalli, ma un tempo, ed ancor oggi presso alcuni popoli nordici, per l'alimentazione umana. Stati Uniti, Canada, Russia, Europa, Germania, sono i paesi maggiormente produttori di avena.

3) *Segale*. Si adatta ai terreni più poveri ed ai climi più freddi. Così la troviamo sulle nostre Alpi, in Olanda, Germania, Danimarca,

Svezia (a terreni morenici, poveri e ad inverni rigidi). Usata per pane.

4) *Orzo*. È un cereale coltivatissimo della più remota antichità. Anche semi di orzo furono rinvenuti nelle palafitte e nelle torbiere insieme con armi di selce, ecc. Cresce nei paesi freddi ad alte latitudine dove le lunghe giornate estive favoriscono la sua rapida crscita, non tanto per il calore, quando per la continua luce (Lapponia, Russia, Stati Uniti, ecc.). Cresce però anche in regioni calde a clima temperato, in terreni aridi e sabbiosi (Cirenaica. Asia Minore). Usato per alimentazione umana, per fabbricazione di birra, di wisky (Scozia, Irlanda).

5) *Granoturco* o *Mais* (Zea Mays). È un cereale importato dall'America e così chiamato per distinguerlo dal grano saraceno, erba tutt'affatto diversa. Richiede estate calda, prolungata, senza forti abbassamenti di temperatura. Richiede pure terreno discretamente permeabile, quindi sassoso, ghiaioso, alluvionale (pianura Veneta e Lombarda). La produzione annua totale è di tonn. 1.500.000 e viene fornito per i 2/3 dagli S.U.A., poi dall'Argentina, dai Paesi Danubiani, ecc.

6) *Riso*. Cresce nell'acqua, ma matura al secco. Ha bisogno di molte cure (mondatura di erbe parassite, ecc.) e perciò la sua coltivazione può effettuarsi solo in regioni a popolazione densa. Principali produttori sono: la Cina, l'India, l'Indocina, le Indie Olandesi ed il Giappone; in questi paesi viene completamente consumato sul posto. Così dicasi della Valle Padana che produce il miglior riso europeo.

7) *Patata*. Originaria degli altipiani asciutti d'America, si è acclimatata a tutte le latitudini ed a quasi tutti i terreni. La sua coltura è sviluppata nelle regioni temperate fredde, a densa popolazione (per la mano d'opera e per il consumo). Intensamente coltivata in Irlanda, Belgio, Germania, sia come alimento diretto, sia per la distillazione onde ricavarne alcool (alcool metilico).

8) *Barbabietola da zucchero*. Intensamente coltivata nell'Europa Centrale, ed uno dei primi esperimenti per la sua utilizzazione venne fatta quando Napoleone dichiarò il blocco contro l'Inghilterra che aveva il monopolio del commercio dello zucchero di canna in Europa. Da noi, si fa un'intensa coltivazione nelle regioni paludose, appena bonificate (Ferrara, Rovigo, ecc.). Ma la produzione maggiore è in Germania, Polonia e Cecoslovacchia. Si usa per ricavare lo zucchero; le materie di rifiuto (melasse) vengono usate, oltre che per distillarne alcool, anche per alimentazione del bestiame.

9) *Vite*. Produzione generale 130.000.000 di ettolitri annui, di cui un terzo proviene dall'Italia, un terzo dalla Francia. Pianta liana, oriunda del Caspio. Richiede estate calda, moderata, lunga,

settembre caldo. È pianta xerofila e si sviluppa meglio, dando ottimi vini, quando è in terreni caldi e permeabili (ghiaiosi, ecc.). Per la sua intensa coltivazione che determina continuo indebolimento, è minata da molte malattie (Crittogama, Peronospora, Fillossera). Francia, Italia, Spagna, Grecia sono i maggiori produttori.

10) *Caffè*. Oriundo dall'Abissinia. Coltivato molto in Arabia (Moka, Jemen), nel Brasile (San Paulo), in Liberia, nelle Antille (Salvadór, Portorico).

È arbusto di sottobosco ed ha bisogno quindi di clima umido, caldo, di ombra, di sostanze organiche in decomposizione (molto humus). Nel Brasile viene coltivato tra i filari di banane dalle ampie foglie. In Arabia invece all'aperto, ma la copertura è data dalla nebulosità mattutina e serótina, fornita dai venti umidi di mare.

11) *Thè*. Arbusto somigliante alla camelia, che ha bisogno di calore e di umidità, di terreni vulcanici (Cina, Giappone), di acqua corrente. Si raccolgono ed usano le foglie, migliori le più giovani. È più diffuso del caffè ed è anche più nutriente. La Cina è la maggiore esportatrice.

12) *Canna da zucchero*. Abbisogna di elevata media temperatura annua, di terreni argillosi, vulcanici. Prima di umido, e poi, per la maturazione, di secco. Paesi maggiormente produttori sono: Indie, Antille, Haway, Giava, Giamaica (donde il Rhum giamaica, ricavato per distillazione delle melasse, cioè dai residui della canna).

13) *Tabacco*. Richiede molto calore ed umidità. Vi sono i tipi marini, le cui foglie non vanno conciate (Antille, Filippine, Avana); continentali, che contengono molta nicotina (Ohio, Danubio); semimarini, adatti per sigarette (Asia Minore, Virginia, Egitto).

14) *China*. Dalla corteccia dell'albero Chinchona del Perù e Bolivia. Contro la malaria, malattia purtroppo diffusissima in tutto il mondo. Ha bisogno di regioni piovose, montuose, ad alta temperatura. È coltivata, oltre che sulle originarie Ande, anche nell'India, a Ceylon, Madera, Giava, ecc. Oggi si produce chinino e derivati anche per sintesi.

15) *Ulivo*. Pianta mediterranea per eccellenza. Spagna, Italia, Francia, Tunisia sono le regioni più produttrici di ulive.

16) *Datteri*. Sono invece propri delle oasi dei deserti; piante eminentemente xerofile. Ia raccolta dei datteri in Tunisia ed Algeria si effettua nei mesi di novembre, dicembre, gennaio, ed è dalla Tunisia e dalla Mesopotamia che vengono i datteri più ricercati.

17) *Lino*. Quello delle regioni fredde è più adatto per fibra tessile (Russia, Fiandra, Valle Padana); quello invece delle regioni calde dà miglior seme per olio (India, Argentina, S. U. A.). La sua

coltivazione e lavorazione (macerazione, ecc.) richiede molta mano d'opera.

18) *Canapa*. Coltivata in Russia, India, Valle del Po con ottimi risultati. Usata specialmente per sacchi e cordami, sostituita sovente dalla juta.

19) *Cotone*. È una pianta delle regioni tropicali, abbisognando di luce, calore, acqua. La maggior produzione è data dagli Stati Uniti d'America meridionali, dall'India, dall'Egitto e dal Brasile. È inutile dire che della pianta si usano i peli fioccosi del seme per tessere; si usa tuttavia direttamente anche il seme, da cui si estrae un olio ordinario e con i residui si formano panelli ad uso di concime.

2. - **Distribuzione degli animali allevati.** — Steppe, savanne, praterie sono le regioni più propizie per l'allevamento del bestiame.

Fig. 423. — Allevamento di pecore nell'Australia. (*Arch. T.C.I.*).

Quando però una steppa o prateria è stata sfruttata a bestiame, dal quale venne abbondantemente concimata, allora viene trasformata in terreno agricolo, coltivabile a coltura intensiva.

Estese praterie delle Pampas, fino a pochi anni fa percorse da torme di cavalli e di buoi, lì trasportatevi dall'Europa pepr l'allevamento in grande del bestiame, ora sono coltivate a grano od a mais.

Ecco alcuni valori della produzione nei vari paesi:

Cavalli: 100 milioni di capi: 20 milioni Russia Europea; 20 milioni Stati U. d'A.; 9 milioni Argentina; 7 milioni Siberia, ecc.; 1.500.000 India.

Buoi: 500 milioni di capi: 60 milioni S. U. A. (nelle praterie); 50 milioni Russia; 24 milioni Brasile (nei campos); 32 milioni Argentina (nelle pampas).

Ovini: 550 milioni di capi: 80 milioni Australia (merinos, per lana e carne congelata); 45 milioni Argentina; 36 milioni S. U. A.; 30 milioni Russia.

Suini: 300 milioni di capi: 50 milioni Stati Uniti d'A. (Chicago); 45 milioni China, ecc. ecc.

L'impulso dell'allevamento dei bovini fu dovuto all'introduzione nell'economia domestica prima degli Estratti di carne (Liebis, ecc.), poi delle carni congelate, ottime, in sostituzione dei bovini ed ovini trasportati un tempo direttamente nei nostri paesi dove giungevano decimati dalla fame e dalle malattie.

Baco da seta. — È vincolato alla coltura del gelso. Influisce sulla densità di popolazione per le assidue cure che il baco da seta richiede per il suo sviluppo e per la manifattura poi della seta. Si è sviluppato in Cina, Giappone, nella Valle del Po (Como, Cuneo, Milano che è il mercato mondiale), in Francia (Lione).

Gallinacei. — Importanti allevamenti si tengono in Jugoslavia. La maggior parte del pollame estero a noi giunge appunto da quella regione.

Pesca. — La pesca in generale è distruttiva, nonostante che attualmente almeno per la pesca di lago e di fiume, si tenti di introdurre il sistema della cultura razionale immettendo nelle acque avanotti e curandone poi il loro sviluppo. Le regioni tropicali hanno produzione minore di quelle temperate e fredde. Allevamenti si fanno per le ostriche (Venezia, Taranto), i granchi, le anguille, le carpe (nelle paludi e risaie di Lombardia). I primi posti nella produzione del pesce sono tenuti dagli S. U. A., Inghilterra, Canada, Francia (con Tunisia). Vengono poi la Russia, la Norvegia, il Giappone e finalmente l'Italia.

Caccia. — La caccia serve all'approvvigionamento di carni per alimentazione, di animali da serraglio, di avorio, olio, penne e, soprattutto, pellicce. Gli animali da pelliccia sono l'ermellino, lo zibellino, il ratto muschiato, la volpe bianca, il castoro, la lontra, ecc. e tutti vivono nelle regioni fredde, non solo ad alte altitudini (Canada, ecc.) ma pure ad elevate altitudini (Opossum sulle alte Ande, ecc).

3. - **Principali mercati delle materie prime.** — I mercati servono al commercio e hanno lo scopo di concentrare determinati prodotti in determinate località in modo che venga favorita e controllata la compra-vendita, e perciò vengono fissati i prezzi. Si passa dai piccoli mercati rurali e locali la cui localizzazione è in rapporto soprattutto alle condizioni diverse, e in luoghi favorevoli al com-

mercio (sbocco di valli, incrocio di strade, convergenza di vie acquee), ai grandi mercati di materie prime indispensabili alle industrie. Questi ultimi possono essere distinti in mercati di produzione, di concentrazione e smistamento, d'esportazione, di compera, di vendita, ecc. Vediamo i principali.

Mercato del grano. — Dà luogo a un grande commercio internazionale tra paesi produttori poco abitati e paesi consumatori densi. Il grano deve essere conservato in apposite costruzioni dette: sylos, granili, elevators, ecc. I maggiori centri di concentramento per esportazione sono: Caraci (India), S. Paolo e Nuova York (S. U. A.), Toronto e Montreal (Canada), Buenos Aires e Bahìa Blanca (Argentina), S. Paulo (Brasile), Melbourne e Sidney (Australia); Liverpool è il principale porto europeo d'arrivo e centro di ridistribuzione.

Mercato del cotone. — Principali mercati di esportazione sono: Nuova Orleans e Charleston (S. U. A.), Alessandria (Egitto), Bombay (India). I principali centri di lavorazione e distribuzione sonno: in America, (Filadelfia e Nuova York); nell'Europa (Liverpool e Manchester; Le Havre, Anversa e Brema; Genova); nel Giappone (Osaka).

Mercato della lana. — I principali mercati di produzione, concentramento e esportazione si trovano nelle zone aride e poco popolate: Australia (Melbourne, Adelaide), Africa meridionale (Città del Capo), Argentina (Bahìa Blanca, Viedma). I principali mercati di importazione, consumo e ridistribuzione sono: Londra, Anversa e Amburgo in Europa, Boston e Filadelfia negli Stati Uniti.

Mercato del caucciù. — Il porto di massima esportazione è Singapore (piantagioni), mentre prima era Parà alla foce del Rio delle Amazzoni (raccolta dalle piante della foresta spontanea); oggi hanno importanza però anche Boma (Congo) e Panama. Liverpool è più grande porto ridistributore seguìto da Londra, Amburgo, Marsiglia e Genova.

Mercato del ferro. — La relativa abbondanza di minerali di ferro nelle regioni più diverse di popolazione e più civili e perciò nelle stesse regioni di consumo e di lavorazione (Siderurgia), abbondanza che senza dubbio è stata una dei fattori della stessa civilizzazione in quei territori, e il rilevante prezzo di trasporto avuto riguardo al valore effettivo e al peso fanno sì che raramente del ferro grezzo si faccia commercio di esportazione. Generalmente i territori di esportazione dei minerali di ferro sono quelli nei quali la mancanza di carbone (necessaria per la riduzione dei minerali al ferro dolce) o di mano d'opera rendono antieconomica la industria siderurgica. Così è di alcune località della Spagna (Bilbao), della Svezia (Gellivara) e dell'Algeria. I principali mercati di ferro lavorato

(acciaio, ghisa, ess.) sono negli Stati Uniti (Pittsburg), nella Germania (Sassonia, Ruhr), nella Francia (S. Etienne, Lussemburgo), nell'Inghilterra.

Mercato del carbon fossile. — I maggiori mercati di esportazione del carbone appartengono a quegli Stati che oltre a possedere carbone, si trovano presso il mare (donde il trasporto meno costoso) e posseggono vie economiche di comunicazione in modo che il prezzo di trasporto non incida trappa sul costo. Essi si trovano perciò: negli Stati Uniti (Pittsburg), in Inghilterra (Cardiff, Newcastle), e in Germania (Ruhr). I maggiori mercati di importazione sono gli Stati con buona attrezzatura industriale o nei quali il ferro non è scarso, e cioè: la Francia, l'Italia e l'America del Sud.

Mercato del petrolio. — Il consumo annuo del petrolio che nel 1890 era di soli 11 milioni di tonn., oggi si aggira sui 250 milioni. Generalmente i mercati di produzione sono molto lontani da quelli di consumo. Tra i primi ricordiamo: Texas, California e Pennsylvania negli Stati Uniti; baia di Maracaibo nel Venezuela; Vera Cruz nel Messico; Bacù nella Russia Transcaucasica (Azerbagian), Mossul nella Mesopotamia; le isole delle Indie Olandesi; la Romania e la Polonia in Europa. Per gli altri basti ricordare i principali Stati della Terra, tanti sono gli usi del petrolio e derivati. Il trasporto viene effettuato con tubature (= *pipe lines*) lunghe centinaia di km., con vagoni speciali e con navi cisterna.

534

CAPITOLO LXXIV

Mezzi di trasporto e grandi vie di comunicazione mondiale

1. - **Come sorgono le vie di comunicazione.** — Le prime vie sono segnate dalla necessità degli scambi tra due diversi piccoli paesi od altri aggruppamenti umani; in seguito si costituiscono vie che congiungono direttamente due centri importanti e più lontani la via viene così raddrizzata. Solo in uno stadio più avanzato di civiltà si costruiscono strade con lo scopo di portare sempre più nell'interno di un dato continente, la popolazione e la civiltà, ed è evidente che su queste nuove strade sorgeranno nuovi paesi, nuove città, specialmente dove la via s'incrocia con un fiume navigabile, dove passa per un tratto più fertile, per una regione più ricca di prodotti minerari, ecc. Si può quindi asserire che mentre in un primo tempo sono gli agglomeramentit umani che originano le strade, in un secondo tempo sono queste che fanno sorgere le città.

Le distingueremo in tre tipi: continentali, marittime, aeree.

2. - **Vie continentali.** — Si hanno i seguenti tipi:

1) *Vie per pedoni*: sono naturali, tracciate dal passaggio stesso dell'uomo, sono le più brevi sia per il tempo che per la fatica nel percorrerle; tuttavia le asperità del terreno, le pendenze, i terreni acquitrinosi, i guadi per i fiumi, rendono anche queste semplicissime prime vie molto tortuose, per quanto meno tortuose di quelle che in seguito vedremo.

Sono le vie di comunicazione tra le abitazioni isolate; predominano nelle zone di alta montagna (sentieri delle Alpi), nelle regioni a foresta (Africa equatoriale dove le foreste sono quasi esclusivamente percorse ancor oggi dai negri che trasportano dall'interno alla rive dei fiumi, o sulle strade principali costiere, l'avorio ed altri prodotti delle foreste), nelle regioni meno popolose e meno civili, nelle regioni paludose, deltizie (spiaggie lagunari).

2) *Mulattiere.* — Richiedono già una certa manutenzione continua, perché nei periodi di pioggia facilmente si trasformano in impetuosi rigagnoli o torrenti. Sono quindi strade artificiali, diffuse nelle regioni montuose. Come animali da soma sono usati il mulo da noi, il lama sulle Ande, il jack nel Tibet.

3) *Strade carreggiabili.* — Sono sviluppate in regioni a popolazione densa, dove la produzione, l'industria, il commercio sono

Fig. 424. — Ai limiti del deserto dell'Arizona: steppe fiorite percorse da autostrade.

molto elevati. Richiedono continua manutenzione ed evidentemente la presenza di robusti animali da tiro(bue, cavallo). I dislivelli sono vinti con lunghe giravolte o con trincee e rialzi.

Solo Stati ben organizzati possono formare una densa rete stradale: così fu dell'Impero Romano, della Cina, della Persia, del Messico e del Perù; le strade romane, durante le invasioni barbariche vennero abbandonate e trascurate ed il loro deterioramento fu un principio di rapida scomparsa.

In Italia si ricominciò la costruzione di ottime strade subito nel Rinascimento e Napoleone I fece costruire una grande rete internazionale (Piccolo e Gran S. Bernardo, il Terraglio, ecc.).

Le strade careggiabili sono percorse non solo dai comuni veicoli a tra-

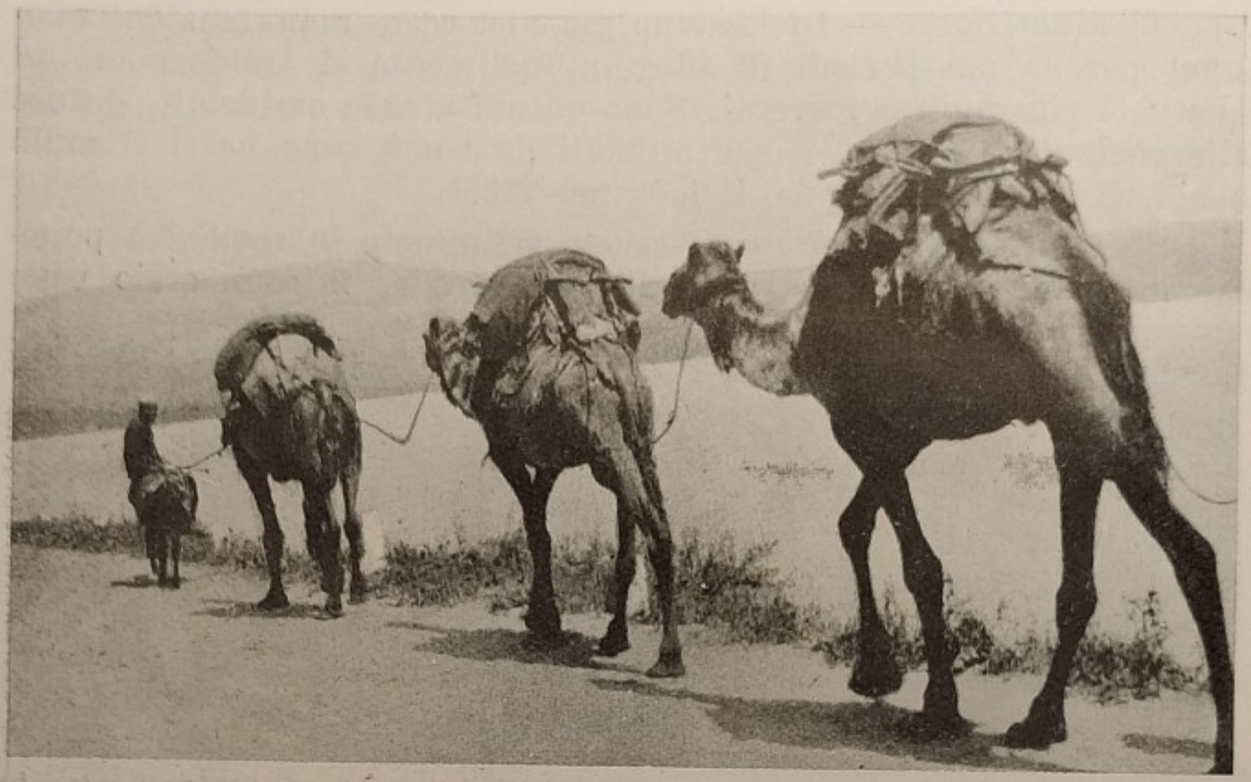


Fig. 425. — Il principale mezzo di trasporto nell'Arabia interna.

Fig. 426. — L'uomo ha dominato le Alpi. In nastri tortuosi delle comode strade attraversano per ogni verso le Alpi. Qui: le sorgenti del Rodano (si noti il Ghiacciaio del Rodano che scende dal gradino), il villaggio del Gletsch (fin dove il ghiacciaio giungeva nel 1830), e le strade della Furca (di fronte) e del Grimsel (in primo piano), per passare dal bacino del Rodano a quello della Reuss e dell'Aar, due affluenti del Reno. (*Soc. Graphique Neuchâtel*).

zione animale, ma anche dai tram elettrici, da autocarri, automobili, biciclette, motocicli, ecc.; anzi oggi si vanno costruendo strade adatte anche solo ad un tipo di veicolo (autostrade) o strade tanto ampie da essere costituite da compartimenti particolari: per pedoni, per biciclette, per auto, per tram, ecc.

Mancano strade sulle pianure steppose della Russia e Siberia dove il terreno eguale e coperto da poca vegetazione, a graminacee ed a licheni permette durante l'estate il percorso in tutte le direzioni, e durante l'inverno, essendo coperto da neve, il trasporto in tutti i sensi per mezzo delle slitte e delle troike. D'altronde il terreno eolico e la conseguente mancanza di vegetazione,

Fig. 427. — La Ferrovia più alta del mondo sulle Ande Boliviane.

non permetterebbe il rafforzamento della strada artificiale con legna o pietre. Così dicasi delle zone desertiche, nelle quali le strade verrebbero facilmente seppellite dalle duie: però anche in questo caso, l'itinerario non può essere perfettamente rettilineo dovendosi subordinare il percorso alla presenza di oasi e di pozzi poco profondi.

L'Italia possiede una rete stradale con densità 52 (52 km. per ogni 100 kmq. pari per densità a quella degli S. U. A.) la cui manutenzione è affidata alla Azienda Autonoma Statale Strade (A.A.S.S.).

4) *Ferrovie.* — Rappresentano le rapide comunicazioni, rese necessarie dalla sempre crescente intensità di commerci, tanto che si può asserire che la densità della rete ferroviaria è indizio dello sviluppo economico e del benessere d'una nazione. Sono sorte dap-

prima nelle regioni carbonifere d'Europa (Inghilterra, Belgio, ecc.) ma poi si sono rapidamente diffuse ovunque.

La rete ferroviaria, mentre un tempo rispecchiava esattamente le condizioni orografiche, fisiche e di densità umana d'una regione, ora, con le costruzioni di gallerie e con l'uso della trazione elettrica che supera i più forti dislivelli, rispecchia molto meno queste condizioni.

Le ferrovie non hanno tolto nulla al valore delle strade carreggiabili; anzi, essendo un ottimo mezzo di introduzione di industrie e commerci, ne ha provocato l'incremento, e questo, specialmente dopo l'introduzione dei trams elettrici e delle automobili.

Le maggiori linee ferroviarie sono quelle che congiungono paesi con prodotti molto differenti, posti cioè a latitudini diverse; seguono ancora la direzione dei *meridiani*. Tal sono: la Transafricana, non ancora ultimata nella sua parte mediana, dall'Egitto al Capo di Buona Speranza, con diverse ramificazioni laterali che la congiungono all'Oceano Indiano, al Mar Rosso e all'Oceano Atlantico; la Panamericana, ancora in progetto, che dovrà congiungere il Canada e gli Stati Uniti con l'Argentina, attraversando tutto il continente americano; le linee del Mar del Nord (Baltico, Mar Bianco) all'Oceano Indiano (Londra-Bagdad; Arcangelo-Calcutta).

Sono però molte importanti anche le linee che seguono la direzione dei *paralleli,* il cui scopo è quello di allacciare due Oceani. Tali sono: la Transiberiana (Lisbona-Vladivostok-Canton); l'Orient Express (Londra-Parigi-Sempione-Trieste-Bucarest-Odessa; Sofia Costantinopoli); le Transamericane e precisamente: sette vie nell'America del Nord, attraverso le Montagne Rocciose, dall'Atlantico al Pacifico, due nell'America del Sud, attraverso le Ande; la Transaustraliana, dall'Oceano Indiano al Pacifico; la Transafricana, attraverso l'Africa, dall'Atlantico all'Indiano, già in avanzata costruzione.

Sono così 1.300.000 chilometri di linea di cui: 550.000 Nord-Americani e 400.000 Europei.

5) *Vie fluviali.* — I *fiumi navigabili* furono le prime vie naturali di comunicazione e lo sono ancora attualmente per quelle regione nelle quali non è stato permesso lo sviluppo di un'ampia rete stradale (steppe, foreste equatoriali) o presso popoli meno civili (Centro Africa, ecc.); ad ogni modo sono in genere le più economiche.

Importantissimi sono quei fiumi ad estuario (Senna, Tamigi) che dirigono le merci, senza alcun transbordo, direttamente dall'interno di una regione ad una regione lontana separata per il mare. Talvolta tale navigazione diretta dal fiume all'oceano è impedita dalle potenti maree (Amazzoni) che penetrano per centinaia di chilometri nel fiume. In questi casi si sono fatti canali di comunicazione coll'oceano per via diversa, meno battuta dalla marea.

I *canali artificiali,* che uniscono tra di loro tronchi di fiume navigabili, e che aumentano l'importanza delle naturali vie fluviali,

come una grande via terrestre è aumentata di valore se collegata ad altre con strade secondarie, sono sviluppati nelle regioni a densa ed operosa popolazione, già di per sé provvista di adatte ed abbondanti reti acquee (affluenti o fiumi vicini con decorso quasi parallelo) a rilievo poco accentuato.

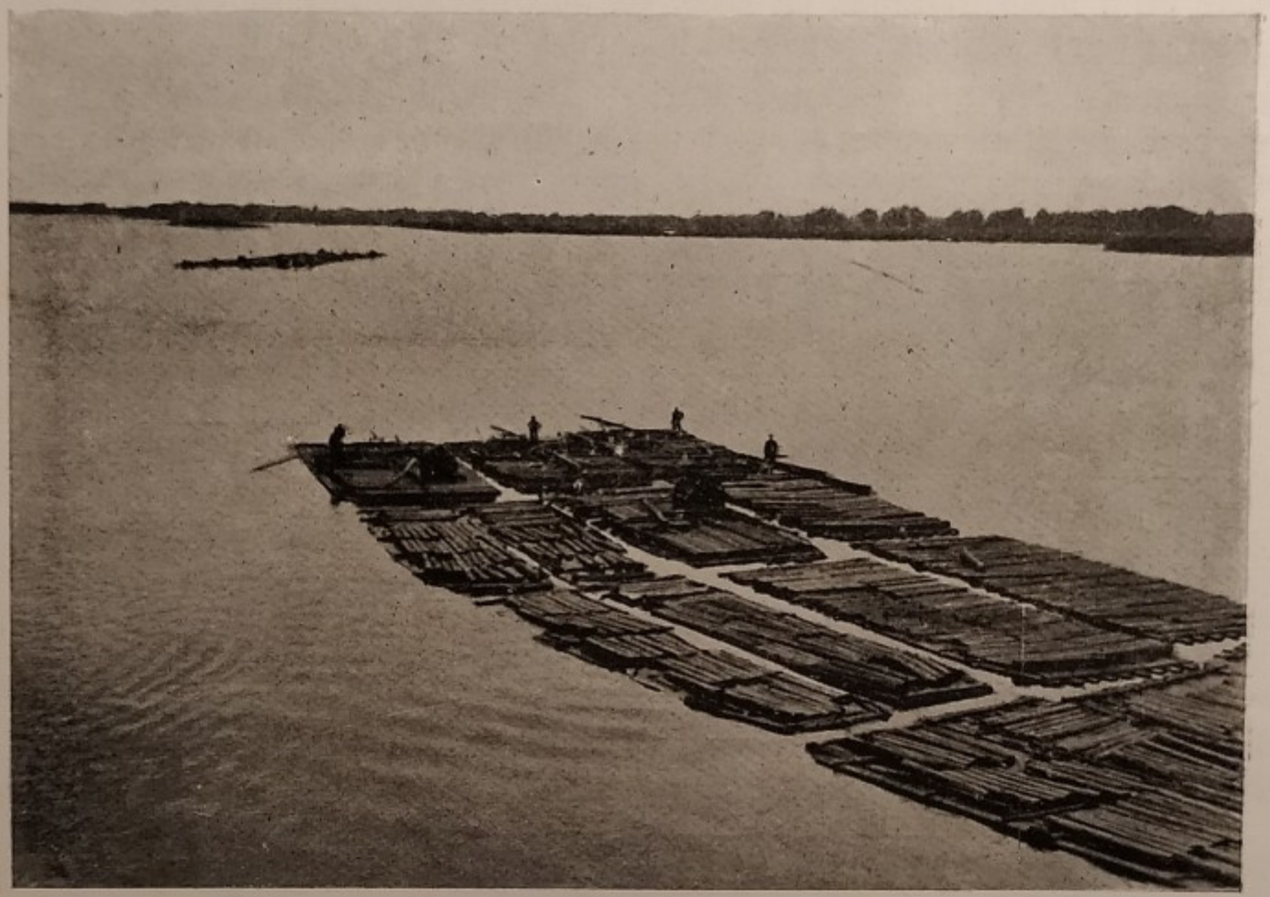


Fig. 428. — Trasporto di legname su zattere sulla Vistola (*Fot. Nangeroni,* 1934).

Nell'Irlanda le due sponde opposte sono congiunte da numerosi canali che irradiano dai laghi centrali: è una regione pianeggiante; in Russia la difficoltà di stabilire vie di comunicazione terrestre (terreno eolico poco stabile, steppe senza vegetazione, abbondante neve invernale), e l'abbondanza di fiumi a corso lentissimo (la regione è pianeggiante), ha permesso lo sviluppo d'una densa rete di canali interni per cui si hanno comunicazioni dirette per acqua dall'Oceano Artico e dal Mar del Nord con il Mar Nero, dalle regioni degli Urali con la Germania. Così dicasi dei canali di Germania, Inghilterra, Francia nelle regioni più fitte di popolazione (industrie, miniere). Negli Stati Uniti, col sistema delle conche di Leonardo da Vinci si sono potuti superare notevoli dislivelli anche per piroscafi che pescano oltre 6 metri; dal S. Lorenzo, si passa ai Grandi Laghi Americano-Canadesi e così pure da New York che in tal modo toglie molto del commercio che, seguendo le vie naturali, dovrebbe andare per il S. Lorenzo. Nel bacino del Mississipì, la rete dei canali non è densa, all'infuori che alle origini, perché non sbocca in una grande via di comunicazione (Mediterraneo americano), come è invece di New York di fronte all'Inghilterra.

3. - **Vie marittime.** — Si può asserire che la navigazione nella storia dell'uomo ha preceduto il trasporto, anche più semplice, per veicoli terrestri; dev'essere stato più facile infatti inventare un semplice galleggiante che una ruota circolare.

Possiamo distinguere una navigazione di *cabotaggio* lungo le coste od a poca distanza da esse, ed una navigazione di *lungo corso*, cioè fra parti lontane, separate da ampi mari od oceani.

L'uso della *vela* è molto antico. Dapprima vennero frequentate le coste della stessa terra, poi nei mediterranei si cominciò a passare da regione a regione anche separate da ampie distese marine

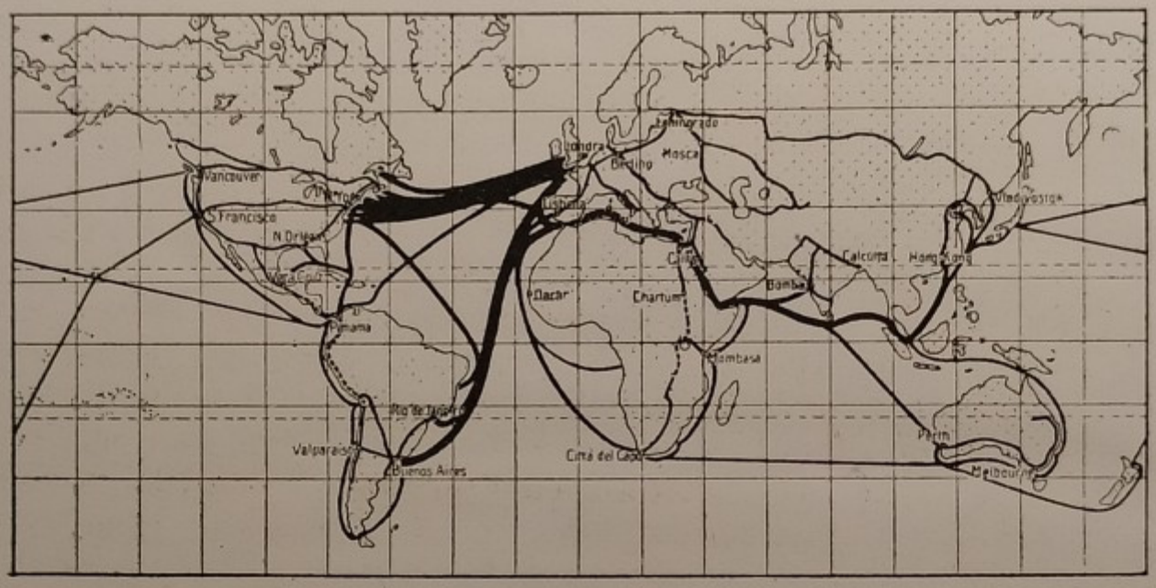


Fig. 429. — Il traffico lungo le principali vie di navigazione transoceanica e vie ferroviarie terrestri.

(Mediterraneo orientale); coll'aiuto delle isole si passò poi ad esplorare e frequentare anche il resto degli ampi mediterranei (Mediterraneo occidentale). Colombo ebbe per primo il coraggio di varcare nella parte più ampia l'Oceano Atlantico che incuteva il massimo terrore presso i naviganti più provetti.

Dalla invenzione dei *motori a vapore* la navigazione a vela andò rapidamente diminuendo di importanza. Tuttavia serve ancora al trasporto di merci pesanti e poco alterabili e di tanto poco prezzo per cui non sia conveniente una grande spesa di trasporto. Infatti la nave a vela ha a sua disposizione la forza del vento gratuitamente e non ha d'altronde bisogno di caricarsi di materiale combustibile, come invece è necessario per quella a vapore. Essa è troppo dipendente dalle condizioni di vento e di correnti marine perché possa ancora avere una importanza grande nei commerci e trasporti rapidi e diretti.

Chi volesse andare a vela dall'Europa all'Australia (senza passare per Suez, dove dovrebbe pagare una forte somma superiore a quanto comporta la merce che trasporta e dove dovrebbe essere rimorchiata da vapori); dalle coste dell'Africa occ. sarebbe condotta all'America centrale e Meridionale (alisei di NE); passato l'equatore dovrebbe veleggiare lungo le coste dell'America meridionale e, giunto nella zona degli alisei NW, farsi da questi trasportare fino al Capo di Buona Speranza, e di qui proseguire per l'Australia.

La navigazione a vapore ha assunto grande importanza da quando i progressi della tecnica della costruzione delle navi hanno permesso una grande velocità e capacità (oltre al carico, devono portare anche il carbone). Quanto al carbone notiamo che alcune isole oceaniche, senza un valore intrinseco, hanno acquistata grande importanza, rappresentando esse necessarie stazioni di rifornimento. Così dicasi per le Isole del Capo Verde, Ascensione, S. Elena nell'Oceano Atlantico; delle vulcaniche Haway nel Pacifico. Semplici scogli possono divenire talvolta di capitale importanza come scali di rifornimento.

Le vie marittime tendono a riunirsi in *fasci* che si congiungono o nei porti più importanti o negli stretti e canali che sono punti di passaggio obbligato (Gibilterra, Suez, Aden, Singapore, Panama).

L'Oceano Atlantico Settentrionale è percorso dal maggior numero di vie di comunicazione e dalle più importanti. E ciò: 1°) perché le sponde (Inghilterra-Stati Uniti) sono abbastanza vicine; 2°) perché trovansi di fronte, alle due sponde opposte, due popoli molto attivi e progrediti in fatto di civiltà; 3°) perché l'America del Nord è una terra giovanissima, non ancora sfruttata, ricchissima di prodotti d'ogni sorta, ecc. L'Atlantico Centrale e Meridionale è pure molto frequentato, ed i fasci di linee fanno capo a Rio Janeiro, Buenos Aires da una parte, e Gibilterra dall'altra.

Il Pacifico è percorso da vie frequentatissime e verrà ancor più frequentato quando il Canale di Panama avrà attratto a sé molte navi che ancor oggi seguono le vie dell'Oceano Indiano. Le principali congiungono Canadà, Stati Uniti, America Centrale al Giappone, Australia, Nuova Zelanda. Nessuna comunicazione diretta importante esiste tra il Sud-America e l'Australia.

L'Oceano Indiano è da tempo aperto al traffico mondiale; le maggiori linee fanno capo al Canale di Suez, il quale ha dato un grande impulso al commercio del Mar Rosso (Arabia, ecc.).

4. - **Servizi aerei.** — Oramai l'uomo è divenuto quasi padrone assoluto anche dell'aria. L'uso dei dirigibili e dei velivoli per trasporto di posta, di passeggeri e di merce leggero e di valore è un fatto compiuto già da appena dopo la grande guerra.

La velocità media dei velivoli commerciali si aggira sui km. 200-250. Per chilometri di volo l'Italia è al 3° posto nel mondo, solo preceduta dagli S. U. A. e dalla Germania.

5. - **Trasporto di notizie.** — Il *servizio postale* (trasporto di notizie) è disimpegnato dai comuni mezzi di trasporto e di rapida

comunicazione. Le norme sono regolate dalla Unione Postale Internazionale (Berna, 1874). Ancora in vigore è l'uso dei piccioni viaggiatori.

Telegrafo ottico (bandiere, segnali, riflettori, luci ecc.). Usato molto dagli antichi ed anche attualmente in guerra.

Telegrafo elettrico. Richiede molta spesa per l'impianto e molta cura perché venga sempre a trovarsi in efficienza (soggetto a facili danni dalla neve, vento, ecc. che danneggiano i pali, i fili, ecc.). Circa 3 milioni di km. di linee su tutta la Terra.

Cavi telegrafici sottomarini (filo conduttore chiuso in diverse guaine isolanti, di protezione). La resistenza elettrica aumenta con la distanza; di qui la necessità di stazioni intermedie e trasforma-

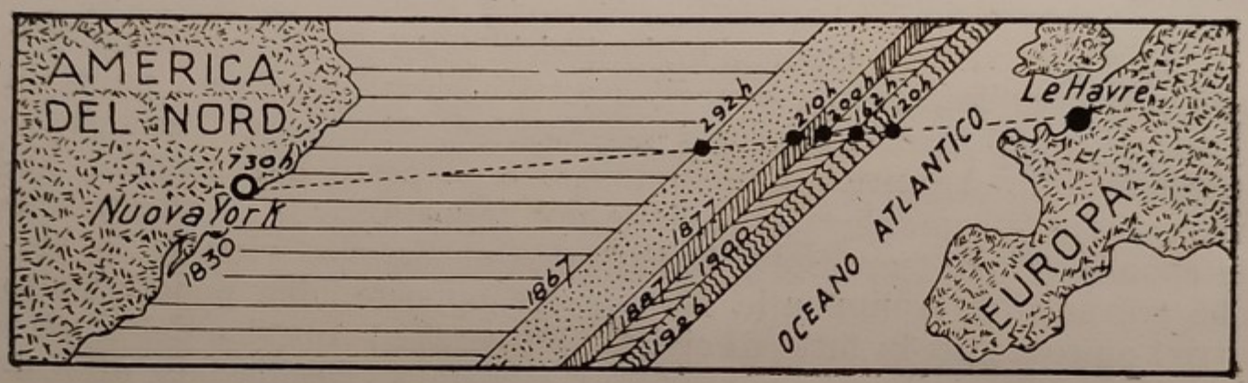


Fig. 430. — Come l'Uomo ha avvicinato, in un secolo, l'Europa all'America del Nord con la sola Navigazione. Le 730 h. del 1830 sono divenute 120 nel 1926. Si pensi poi ai fasti dell'aviazione.

tori, quando trattasi di grandi distanze. Molte isole sugli Oceani vennero in tal modo ad assumere una grande importanza. Una nazione proprietaria di cavi sottomarini diventa per se stessa una autorità sindacale rispetto agli Stati che da essa dipendono per avere le comunicazioni. Di qui l'importanza, nelle Borse, nei mercati, ecc. dell'Inghilterra e degli Stati Uniti che posseggono appunto il più lungo chilometraggio di cavi. L'Inghilterra si è riservata molta parte dei cavi che prima appartenevano alla Germania. La radiotelegrafia ha tolto molto valore ai cavi sottomrini.

Radiotelegrafo, Telefono, Radiotelefono, ecc.

L'uomo tende in tal modo a vincere le distanze nel minor tempo possibile. Dalle corriere a 40 chilometri al giorno, siamo giunti alle ferrovie a 180 chilometri all'ora, agli aeroplani a più di 700 chilometri all'ora; dal trasporto di notizie con cavalli, staffette, telefono ottico, ecc. a 400 chilometri al giorno, siamo giunti alle velocità sbalorditive del telefono, del telegrafo, che raggiungono la velocità della luce (300 mila km. al secondo).

INDICE

CHIMICA E MINERALOGIA

PARTE I. — CHIMICA E MINERALOGIA GENERALE . . . *pag.* 5

CAPITOLO I. - Fenomeni fisici e fenomeni chimici . . . . » 7
» II. - Miscugli, composti, elementi, sostanze inorganiche e organiche . . . . . » 8
» III. - Cristalli e forme cristalline . . . . . » 10
» IV. - Proprietà fisiche dei corpi solidi amorfii e cristallini . . . . . » 21
» V. - Giacimenti dei minerali . . . . . » 26
» VI. - Costituzione della materia: molecole e atomi - Peso atomico e formule - Valenza . . . . » 29
» VII. - Elementi e corpi composti . . . . . » 38
» VIII. - Le leggi fondamentali della chimica . . . . » 45

PARTE II. — CHIMICA INORGANICA . . . . . *pag.* 49

CAPITOLO IX. - Aria . . . . . » 51
» X. - Acqua e acqua ossigenata . . . . . » 54
» XI. - Idrogeno, ossigeno, ozono . . . . . » 62
» XII. - Cloro e suoi composti - Alogeni - Aggressivi chimici . . . . . » 70
» XIII. - Zolfo e suoi composti . . . . . » 75
» XIV. - Azoto e suoi composti . . . . . » 83
» XV. - Fosforo e suoi composti . . . . . » 88
» XVI. - Carbonio e suoi composti . . . . . » 91
» XVII. - Silicio e silicati . . . . . » 97
» XVIII. - Boro e composti . . . . . » 108
» XIX. - Generalità sui metalli . . . . . » 110
» XX. - Sodio e potassio e loro composti minerali . . » 113
» XXI. - Ammonio e concimi azotati . . . . . » 120
» XXII. - Calcio - Suoi minerali e composti - Calci e cementi . . . . . » 123
» XXIII. - Magnesio . . . . . » 133
» XXIV. - Radio e sostanze radioattive . . . . . » 135
» XXV. - Alluminio - Suoi minerali e suoi composti . . » 137
» XXVI. - Rame . . . . . » 144
» XXVII. - Zinco - Piombo e loro minerali . . . . . » 146
» XXVIII. - Mercurio - Stagno e loro minerali . . . . » 149
» XXIX. - Ferro e siderurgia . . . . . » 152
» XXX. - Principali leghe . . . . . » 159
» XXXI. - Cenni sui metalli nobili . . . . . » 161

PARTE III. — COMPOSTI DEL CARBONIO (Chimica Organica) . *pag.* 165

CAPITOLO XXXII. - Generalità - Formole di struttura - Composti aciclici e ciclici . . . . . » 167
» XXXIII. - Isomeri e polimeri . . . . . » 170
» XXXIV. - Idrocarburi . . . . . » 173
» XXXV. - Petrolio e derivati - Bitume . . . . . » 177
» XXXVI. - Carboni fossili e derivati . . . . . » 179
» XXXVII. - Alcooli e fermentazioni . . . . . » 183
» XXXVIII. - Aldeidi e chetoni . . . . . » 189
» XXXIX. - Acidi organici . . . . . » 191
» XL. - Eteri . . . . . » 194
» XLI. - Idrati di carbonio . . . . . » 199
» XLII. - Esplosivi . . . . . » 208
» XLIII. - I composti fondamentali della serie ciclica . . » 210
» XLIV. - Colori e sostanze coloranti . . . . . » 213
» XLV. - Aldeidi e acidi aromatici - Oli essenziali . . » 216
» XLVI. - Sostanze organiche azotate alcaloidi, sostanze proteiche ecc. . . . . » 219

APPENDICE

Il Duce illustra le poderose realizzazioni per l'integrale conquista dell'autarchia economica.

GEOGRAFIA E GEOLOGIA

PARTE I. — GEOGRAFIA FISICA . . . . . *pag.* 229

CAPITOLO XLVII. - Definizioni . . . . . » 231
» XLVIII. - La terra come pianeta: forma, dimensioni, movimenti . . . . . » 233
» IL. - Carte geografiche e fotografiche - Loro lettura » 254
» L. - La distribuzione delle terre e dei mari - Le grandi linee del rilievo terrestre . . . . » 270
» LI. - Il mare e i suoi fenomeni . . . . . » 281
» LII. - L'atmosfera e i suoi fenomeni . . . . . » 287
» LIII. - I climi: loro caratteristiche e loro ripartizione sul globo . . . . . » 308

PARTE II — I FATTORI DELLA EVOLUZIONE DEL RILIEVO E DEL MODELLAMENTO DELLA SUPERFICIE TERRESTRE » 313

CAPITOLO LIV. - Proprietà fisicali generali della terra - Calore e costituzione interna della terra . . . . . » 316
» LV. - Corrugamenti e bradisismi . . . . . » 318
» LVI. - Fenomeni sismici (terremoti) . . . . . » 335

Capitolo LVII. - Vulcanesimo . . . . . pag. 340
» LVIII. - Pseudovulcani . . . . . » 351
» LIX. - Dinamica esogena . . . . . » 356
» LX. - Azione dell'atmosfera sul modellamento della superficie terrestre . . . . . » 358
» LXI. - Azione delle acque superficiali - I fiumi . . . » 372
» LXII. - Azione della neve e dei ghiacciai sul modellamento della superficie terrestre . . . . . » 401
» LXIII. - Acque sotterranee - Azione chimica sulle rocce - Fenomeni carsici - I laghi . . . . . » 429
» LXIV. - Il mare e la sua attività morfogenetica . . . » 442
» LXV. - Azione degli organismi nel modellamento della superficie terrestre - Influenza dell'uomo sul mondo fisico e biologico . . . . . » 451
» LXVI. - Rilievi terrestri - Valli . . . . . » 466

PARTE III. — PETROGRAFIA E GEOLOGIA . . . . . » 471

» LXVII. - Le rocce - Elementi di petrografia . . . . » 473
» LXVIII. - I documenti utilizzati dalla geologia . . . . » 486
» LXIX. - Le êre geologiche . . . . . » 491
» LXX. - La vita nelle êre geologiche e la storia geologica della penisola italica . . . . . » 510
» LXXI. - La comparsa dell'uomo sulla terra . . . . » 514

PARTE IV. — GEOGFRAFIA ANTROPICA . . . . . » 519

» LXXII. - Distribuzione attuale degli uomini - Razze - - Popoli - Nazioni . . . . . » 521
» LXXIII. - Distribuzione delle piante e degli animali di valore economico fondamentale - Principali mercati delle materie prime . . . . . » 527
» LXXIV. - Mezzi di trasporto e grandi vie di comunicazione mondiale . . . . . » 534

FINITO DI STAMPARE
IL 18 AGOSTO 1937-XV
COI TIPI DELLE INDUSTRIE GRAFICHE
A. NICOLA E C. - VARESE-MILANO

Prezzo L. 24.—